



Ana Rita Baptista Simões

Licenciada em Ciências de Engenharia Civil

**Os pavimentos rodoviários em cenários de alterações
climáticas: retenção de partículas na superfície de misturas
betuminosas**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil- Perfil de Construção

Orientadora: Doutora Ana Estela Barbosa, Investigadora Auxiliar, LNEC
Co-orientadora: Doutora Simona Fontul, Professora Auxiliar Convidada, FCT/UNL

Júri:

Presidente: Professor António Pinho Ramos

Vogais: Professor Luís Manuel Quaresma

Professora Simona Fontul



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Maio, 2016

Os pavimentos rodoviários em cenários de alterações climáticas: retenção de partículas na superfície de misturas betuminosas.

Copyright © Ana Rita Baptista Simões, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Por opção da autora, a redacção desta dissertação não segue o novo acordo ortográfico.

À minha avó

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Doutora Ana Estela Barbosa pela sua orientação, disponibilidade para me receber, apoio nas dificuldades, amizade e compreensão ao longo deste processo. À Doutora Simona Fontul por ter feito possível a realização desta dissertação e por toda a disponibilidade, apoio e confiança.

Ao Departamento de Transportes do Laboratório Nacional de Engenharia Civil e a todos os directamente relacionados, pela disponibilidade e ajuda na realização de ensaios.

Ao Marco por toda a compreensão durante esta e todas as fases da minha vida, por todo o carinho e por ter “aturado” as minhas inseguranças.

Ao meu avô por toda a companhia que me fez durante os dias que estive a escrever esta tese.

À minha irmã e cunhado por todo o apoio e ajuda.

Aos meus sobrinhos por todos os momentos de distração que me proporcionaram.

Por último, mas não menos importante, aos meus pais, os meus exemplos de vida, por todo o apoio que sempre me deram em todos os momentos da minha vida, por sempre acreditarem que conseguiria superar tudo, e é verdade papás, consegui!

Resumo

A adaptação às alterações climáticas é um processo socioeconómico, cultural e ambiental. Os eventos extremos de precipitação e temperatura terão grandes impactes em todos os sectores, tais como, água, agricultura e segurança alimentar, florestas, saúde e turismo.

Por todo o mundo os impactes destas alterações são estudados e procuram-se estratégias de adaptação que visem minimizar estes efeitos. Os concessionários das redes viárias e os órgãos de administração nacionais preocupam-se com a necessidade de manter a segurança e a acessibilidade num futuro climático diferente, estando principalmente focados nos materiais e custos de manutenção. Por outro lado, a avaliação das descargas de águas de escorrência de estradas em cenários de alterações climáticas é dedicada ao estudo dos volumes de água cada vez maiores e caudais de ponta mais elevados. O também esperado aumento da temperatura não é contemplado, embora se saiba que afecta a presença e concentração de poluentes

Esta dissertação, baseada numa abordagem multidisciplinar, tem como objectivo investigar os potenciais efeitos do aumento da temperatura na acumulação de poluentes particulados à superfície do pavimento rodoviário.

Foi seleccionado um solo com partículas de dimensão semelhante às das partículas, associadas a poluentes, encontradas em pavimentos rodoviários. Realizaram-se ensaios de resistência à deformação permanente - *Wheel-Tracking* - no Departamento de Transportes do Laboratório Nacional de Engenharia Civil para avaliar o nível de incorporação de partículas à superfície de provetes prismáticos, a temperaturas controladas de 40°C e 60°, susceptíveis de ocorrer em pavimentos, em cenários de alterações climáticas. Foi espalhado solo à superfície das lajetas antes do ensaio de deformação permanente que seguiu a norma europeia EN 12697-22. Usaram-se duas metodologias para remover o excesso de solo após o ensaio de deformação permanente: método húmido e método seco. Os resultados confirmaram que o comportamento viscoelástico de misturas betuminosas sujeitas a altas temperaturas contribui para a retenção das partículas sólidas presentes à superfície do pavimento rodoviário. Os valores obtidos apontam uma retenção de partículas da ordem dos 0,012 g/cm², a 60°C, no método húmido e 0,012 g/cm² e 0,013 g/cm² respectivamente a 40°C e a 60°C, no método seco. Os métodos mostraram-se adequados para o estudo, permitindo propor uma metodologia inovadora. Como ocorre o fenómeno e qual a capacidade de retenção, são temas que devem ser objecto de investigação futura.

Palavras-chave: Alterações climáticas; Qualidade das águas de escorrência; Pavimentos rodoviários; Partículas; Poluentes

Abstract

Adaptation to climate change is a socio-economic, cultural and environmental process. Extreme rainfall events and higher temperatures will have major impacts in all sectors, such as water, agriculture and food security, forests, health and tourism.

All over the world the impacts of these changes are being evaluated and adaptation strategies to minimize these effects are established. Road operators and national administration bodies are concerned with the need to maintaining both safety and accessibility of the roads in a future changed climate, and are primarily focused on road materials and maintenance costs. On the other hand, the evaluation of road runoff in climate change scenarios is dedicated to the study of the transport and discharge of both increased water volumes and flow rates. The expected increment in temperature is not addressed, although it is known to affect the presence and concentration of pollutants.

This dissertation, based on a multidisciplinary approach, aims to investigate the potential effects of increased temperature on the accumulation of particulate pollutants at the surface of the road pavements.

A soil with particle size distribution similar to the solids found at road pavements was selected. A Wheel-Tracking test, applied for the evaluation of the bituminous mixture behavior to permanent deformation, was performed at the Transportation Department of the National Laboratory for Civil Engineering, in order to evaluate the level of incorporation of particles at the surface of prismatic specimens. The tests were performed at controlled temperatures of 40°C and 60°C, that are likely to occur on pavements under climate change scenarios. Some soil was spread at the slabs surface before the permanent deformation tests, that followed the European Standard EN 12697-22. Two methods were used to remove the excess of soil after the permanent deformation test – the wet and the dry method. The results confirmed that the viscoelastic behavior of bituminous mixtures exposed to high temperatures contributes to the retention of solid particles placed at the surface of the road pavement. Indicative values suggest approximately 0.012 g / cm² of particle retention at 60 °C for the wet method and 0,012g / cm² and 0.013 g / cm² of retention, respectively at 40°C and 60 °C for the dry method. The procedure used has proved to be appropriate to the objectives of the study, allowing proposing an innovative methodology. To what extent the phenomenon occurs and which is the strength of the retention must be quantified in future research studies.

Keywords: Climate change; Road runoff; Road pavements; Particles; Pollutants

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Preâmbulo	1
1.2	Objectivos	1
1.3	Estrutura da dissertação	2
2	Funções e características dos pavimentos rodoviários.....	0
2.1	Constituição	0
2.2	Tipo de pavimentos.....	1
2.3	Misturas betuminosas.....	3
3	Impactes das alterações climáticas nas infraestruturas rodoviárias	5
3.1	O que são as alterações climáticas	5
3.2	O clima em Portugal continental e o Inverno 2014/2015	8
3.3	Impactes das alterações climáticas nos pavimentos rodoviários	9
3.3.1	Temperatura.....	10
3.3.2	Precipitação	14
3.3.3	Temperatura vs. precipitação.....	15
3.4	A drenagem do pavimento e a poluição de recursos hídricos.....	16
4	Adaptação às alterações climáticas	21
4.1	Resposta da sociedade: investigação e governância	21
4.2	Contexto de adaptação internacional	22
4.3	Contexto de adaptação nacional.....	24
4.4	Pavimentos rodoviários e necessidade de novas directrizes técnicas	28
5	Âmbito e objectivos do trabalho experimental	31
6	Equipamento e material utilizado	35
6.1	Enquadramento	35

6.2	Solo	35
6.3	As lajetas.....	36
6.4	Equipamento Wheel-Tracking	37
6.5	Materiais e equipamentos complementares	38
7	Desenvolvimento e implementação de metodologias de ensaio.....	41
7.1	Validação das condições de ensaio	41
7.2	Preparação do ensaio.....	42
7.3	Descrição dos métodos utilizados	42
7.3.1	Método húmido de remoção do solo excedente	42
7.3.2	Método seco e agressivo de remoção do solo excedente	44
7.4	Apresentação de resultados.....	45
7.5	Discussão de resultados	47
8	Conclusões e desenvolvimentos futuros	51
	Referências bibliográficas.....	53
	Anexo A: Desenvolvimento de políticas de adaptação.....	57
	Anexo B: Método húmido de remoção do solo excedente- Imagens das lajetas.....	87
	Lajeta BBR1 sujeita ao ensaio de deformação permanente a 40°C	89
	Lajeta BBR2 sujeita ao ensaio de deformação permanente a 60°C	90
	Lajeta FOSSA2 sujeita ao ensaio de deformação permanente a 60°C.....	91
	Anexo C: Método seco e agressivo de remoção do solo excedente- Imagens das lajetas	93
	Lajeta FOSSA2 sujeita ao ensaio de deformação permanente a 40°C	95
	Lajeta BBR2 sujeita ao ensaio de deformação permanente a 40°C	97
	Lajeta FOSSA2 sujeita ao ensaio de deformação permanente a 60°C	99
	Lajeta BBR2 sujeita ao ensaio de deformação permanente a 60°C	101

Índice de figuras

Figura 2.1: Diagrama esquemático da estrutura de um pavimento rodoviário (InIR, 2012).....	0
Figura 2.2: Estrutura de um pavimento flexível (Antunes <i>et al.</i> , 2005).....	1
Figura 2.3: Estrutura de um pavimento rígido (Antunes <i>et al.</i> , 2005).....	2
Figura 2.4: Estrutura de pavimento semi-rígido (Antunes <i>et al.</i> , 2005).....	3
Figura 3.1 Indicadores de alterações climáticas (Adaptado de NOAA, 2015).....	5
Figura 3.2: Dados combinados da temperatura da superfície terrestre e temperatura água do mar (Adaptado de IPCC, 2014).....	6
Figura 3.3: Alterações na temperatura média anual desde final século XX (1971-2000) até meio do século XXI (2051-2060) (Delworth <i>et al.</i> , 2007)	6
Figura 3.4: Alterações no nível do mar (período 1870-2000) (NASA, 2015).....	7
Figura 3.5: Alterações na precipitação até ao fim do século XXI (Held <i>et al.</i> , 2007)	7
Figura 3.6: Temperatura e precipitação no Inverno (período 1931-2015) (IPMA, 2015).....	8
Figura 3.7: Queda de neve na Serra da Estrela no Inverno 2014/2015	9
Figura 3.8: Curva dos factores de ponderação da temperatura, método da Shell e relação entre a temperatura de serviço em misturas betuminosas e a ambiente com base no ábaco da Shell (respectivamente) (Adaptado de Oliveira, 2013 baseado em Picado-Santos, 1994)	11
Figura 3.9: Amolecimento de um pavimento rodoviário devido a temperaturas muito elevadas, Nova Delhi, Maio 2015 (HT Correspondent & Agencies, 2015).....	13
Figura 3.10: Estado de uma infra-estrutura rodoviária após precipitação intensa.....	14
Figura 3.11: Esquema das principais origens dos poluentes que integram as águas de escorrência de estradas (Extraído de Barbosa <i>et al.</i> , 2011)	17

Figura 3.12: Esquema com as principais componentes das viaturas que contribuem com poluentes (Extraído de Barbosa <i>et al.</i> , 2011)	18
Figura 3.13: Distribuição média da massa de dois escoamentos de uma auto-estrada, determinada por análise granulométrica. (Kayhanian <i>et al.</i> , 2012)	19
Figura 3.14: Distribuição da massa de partículas de duas amostras recolhidas por aspiração de uma auto-estrada e de um parque de estacionamento. (Kayhanian <i>et al.</i> , 2012).....	19
Figura 3.15: Percentagem relativa por intervalo de dimensão (Yun <i>et al.</i> , 2010)	20
Figura 4.1: Adaptação às alterações climáticas (APA, 2015)	21
Figura 4.2: Distribuição temporal dos projectos de investigação nacional (Sousa <i>et al.</i> , 2014)	25
Figura 4.3: Distribuição dos projectos de investigação em Portugal (Sousa <i>et al.</i> , 2014)	25
Figura 6.1: Análise granulométrica do solo utilizado nos ensaios laboratoriais	35
Figura 6.2: Amostras do solo utilizado.....	36
Figura 6.3: Lajetas disponíveis para ensaio	37
Figura 6.4: Equipamento <i>Wheel-Tracking</i>	37
Figura 6.5: Balanças	38
Figura 6.6: Proveta de plástico	38
Figura 6.7: Esguicho.....	38
Figura 6.8: Câmara seca	39
Figura 6.9: Estufa	39
Figura 6.10: Pirex	39
Figura 6.11: Tabuleiro de inox	40
Figura 6.12: Aspirador.....	40
Figura 7.1: À esquerda antes e à direita após a lavagem	41
Figura 7.2: Lajetas antes e após ensaio de deformação	43

Figura 7.3: Sistema de “lavagem” com inclinação de 2,5%.....	43
Figura 7.4: Lajeta e tabuleiro após simulação de precipitação	43
Figura 7.5: Lajeta (FOSSA2) antes do ensaio de deformação permanente.....	44
Figura 7.6: Lajeta (FOSSA2) após ensaio de deformação e durante processo de aspiração.....	44
Figura 7.7: Gráfico ilustrativo das partículas de solo retido nas lajetas	46
Figura 7.8: Lajeta BBR2 antes durante e após aspiração (ensaio 40°C)	46
Figura 7.9: Lajeta FOSSA2 antes, durante e após aspiração (ensaio a 40°C)	47
Figura 7.10: BBR2 após lavagem (ensaio a 60°C)	47
Figura 7.11: FOSSA2 após lavagem (ensaio a 60°C).....	47
Figura 7.12: BBR1 após lavagem (ensaio a 40°C)	47
Figura B. 1: BBR1 depois do ensaio de deformação.....	89
Figura B. 2: BBR1 após ensaio de deformação.....	89
Figura B. 3: BBR1 antes lavagem	89
Figura B. 4: BBR1 após lavagem	89
Figura B. 5: BBR2 antes do ensaio de deformação	90
Figura B. 6: BBR2 após ensaio deformação.....	90
Figura B. 7: BBR2 após lavagem	90
Figura B. 8: BBR2 após lavagem e secagem.....	90
Figura B. 9: FOSSA2 antes do ensaio de deformação	91
Figura B. 10: FOSSA2 após ensaio de deformação	91
Figura B. 11: FOSSA2 após lavagem	91
Figura C. 1: FOSSA2 antes do ensaio de deformação	95
Figura C. 2: FOSSA2 antes do ensaio de deformação	95

Figura C. 3: FOSSA2 antes do ensaio de deformação	95
Figura C. 4: FOSSA2 após ensaio de deformação	95
Figura C. 5: FOSSA2 após ensaio de deformação	95
Figura C. 6: FOSSA2 após 1 aspiração	95
Figura C. 7: FOSSA2 após 1 aspiração	96
Figura C. 8: FOSSA2 após 2 aspirações+ 1 escovagem	96
Figura C. 9: FOSSA 2 após 2 aspirações + 1 escovagem	96
Figura C. 10: FOSSA2 após 3 aspirações+ 2 escovagens.....	96
Figura C. 11: FOSSA2 apos 3 aspirações + 2 escovagens.....	96
Figura C. 12: BBR2 antes do ensaio de deformação.....	97
Figura C. 13: BBR2 antes do ensaio de deformação.....	97
Figura C. 14: BBR2 antes do ensaio de deformação.....	97
Figura C. 15: BBR2 após ensaio deformação.....	97
Figura C. 16: BBR2 após ensaio de deformação.....	97
Figura C. 17: BBR2 após 1 aspiração	97
Figura C. 18: BBR2 apos 1 aspiração	98
Figura C. 19: BBR2 após 2 aspirações e 1 escovagem	98
Figura C. 20: BBR2 após 2 aspirações e 1 escovagem	98
Figura C. 21: BBR2 após 3 aspirações+ 2 escovagens	98
Figura C. 22: BBR2 após 3 aspirações+ 2 escovagens	98
Figura C. 23: lajeta (FOSSA2) antes do ensaio de deformação.....	99
Figura C. 24: Fossa 2 antes do ensaio	99
Figura C. 25: Fossa2 logo após o ensaio	99

Figura C. 26: Zoom após ensaio (antes da aspiração).....	99
Figura C. 27: Fossa2 em aspiração.....	99
Figura C. 28: Fossa2 após primeira aspiração.....	99
Figura C. 29: Fossa2 após aspiração + escovagem + aspiração	100
Figura C. 30: Fossa2 após aspiração + escovagem + aspiração + escovagem + aspiração	100
Figura C. 31: Fossa2 após aspiração + escovagem + aspiração + escovagem + aspiração	100
Figura C. 32: Fossa2 após aspiração + escovagem + aspiração + escovagem + aspiração	100
Figura C. 33: BBR2.....	101
Figura C. 34: BBR2 antes do ensaio de deformação.....	101
Figura C. 35: BBR2 após ensaio deformação	101
Figura C. 36: BBR2 após ensaio de deformação.....	101
Figura C. 37: BBR2 em aspiração.....	101
Figura C. 38: BBR2 apos 1 aspiração e 1 escovagem.....	101
Figura C. 39: BBR2 apos 1 aspiração, 1 escovagem, 1 aspiração	102
Figura C. 40: BBR2 apos 3 aspirações e 2 escovagens.....	102
Figura C. 41: Deformação na BBR2	102

Índice de Quadros

Quadro 2.1: Designação das misturas betuminosas (E.P., 2014)	4
Quadro 3.1: Temperatura a 2,5 cm de profundidade, nas camadas betuminosas para dias extremos, para Braga, Porto, Lisboa e Beja (Freire, 2002)	13
Quadro 3.2: Temperaturas de ensaio propostas por zona climática de Portugal Continental (Freire, 2002)	14
Quadro 3.3: Principais efeitos das alterações climáticas nos vários pavimentos e impactes directos e indirectos nas escorrências rodoviárias e no meio hídrico (Extraído de Barbosa <i>et al.</i> , 2014).....	16
Quadro 4.1: Caracterização dos impactes das alterações climáticas nos pavimentos rodoviários com base em questionários (Adaptado de PIARC, 2012)	29
Quadro 7.1: Massa das lajetas e do tabuleiro em diferentes fases (método húmido).....	45
Quadro 7.2: Massa das lajetas e do tabuleiro em diferentes fases (método seco)	45
Quadro 7.3 Avaliação da massa de solo retido nas lajetas - método húmido.....	45
Quadro 7.4 Avaliação da massa de solo retido nas lajetas- do método seco.....	46

Lista de abreviaturas e siglas

APA- Agência Portuguesa do Ambiente

CAC- Comissão para as Alterações Climáticas

CELE- Comércio Europeu de Licenças de Emissão

CQO- Carência Química de Oxigénio

Cu- Cobre

DT- Departamento de Transportes

ECCP- Programa Europeu das Alterações Climáticas

EDP- Energias de Portugal

ENAAC- Estratégia Nacional para as Alterações Climáticas

ENAAC-RH- Estratégia Nacional para as Alterações Climáticas- Recursos Hídricos

Fe- Ferro

InIR- Instituto de Infra-Estruturas Rodoviárias

IPCC- Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas

IPMA- Instituto Português do Mar e da Atmosfera

LNEC- Laboratório Nacional de Engenharia Civil

NOAA- *National Oceanic and Atmospheric Administration*

OMM- Organização Meteorológica Mundial

PETP- Método do Espectro de Temperaturas no Pavimento

PIARC- *World Road Association*

PNACC- Plano Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas

QePiC- Quadro Estratégico para a Política Climática

SST- Sólidos Suspensos Totais

TMMA- Temperatura Média Mensal do Ar

UN-FCCC- *United Nations Framework Convention on Climate Change*

W-TMAA- Temperatura Média Anual do Ar

Zn- Zinco

1 Introdução

1.1 Preâmbulo

O clima sempre representou um risco para as condições dos pavimentos rodoviários, sendo uma das principais causas da sua deterioração. Nos últimos anos, as ondas de calor do Verão e o aumento das inundações causaram danos visíveis nos pavimentos e prejuízos significativos aos utentes e aos responsáveis pela sua manutenção. Estes eventos tenderão a ocorrer com maior frequência e intensidade no futuro, com a prevista subida da temperatura global, bem como com o aumento da frequência de eventos extremos de precipitação. Os pavimentos rodoviários não são só susceptíveis a danos superficiais em resultado do aumento de temperatura, mas também a severos danos estruturais como resultado de níveis de precipitação muito superiores aos dados subjacentes ao dimensionamento da drenagem. A maneira como os pavimentos se tornam vulneráveis às acções do clima depende de factores específicos da sua localização tais como a latitude; altitude; proximidade de zonas costeiras; geologia e ainda do volume e tipo de tráfego. A vulnerabilidade de um pavimento é superior quando existem outros problemas locais, como drenagem inadequada e humidade do solo.

Um outro aspecto ambiental decorrente da existência de estradas é a poluição associada às suas águas de escorrência. Estas transportam quantidades significativas de sólidos em suspensão, matéria orgânica, metais pesados e hidrocarbonetos. Existem já alguns estudos a nível internacional que se focam nos impactes das alterações climáticas nos pavimentos rodoviários, no entanto estes tendem a dar mais relevância às condições dos pavimentos, materiais e manutenção e raramente são considerados os impactes ambientais, nomeadamente na qualidade da água. A adaptação dos pavimentos rodoviários às alterações climáticas com o objectivo de melhorar a sua performance e reduzir custos de manutenção é também uma oportunidade para controlar a poluição proveniente das águas de escorrências de estradas.

1.2 Objectivos

A presente dissertação de mestrado tem os seguintes objectivos:

1. Fazer um enquadramento geral sobre a temática das alterações climáticas;
2. Compreender de que forma as alterações climáticas previstas poderão condicionar o comportamento dos pavimentos rodoviários;
3. Compreender os efeitos e a repercussão das alterações climáticas na produção de maiores níveis de poluentes com origem no pavimento rodoviário;

4. Contribuir para o desenvolvimento de metodologias de ensaios laboratoriais destinados a validar a hipótese das misturas betuminosas poderem, em função de aumentos de temperatura, desempenhar um papel na retenção de poluentes rodoviários.

Para responder a estes objectivos, desenvolveu-se trabalho de pesquisa bibliográfica e ensaios laboratoriais.

1.3 Estrutura da dissertação

Este documento, contém uma descrição de todo o trabalho desenvolvido e encontra-se estruturado em 8 capítulos. O presente capítulo descreve brevemente a temática bem como os objectivos da dissertação e a sua estrutura. No segundo capítulo é feita uma síntese das funções e características dos pavimentos rodoviários. No terceiro capítulo apresentam-se os impactes das alterações climáticas nos pavimentos rodoviários, com uma descrição das variáveis climáticas que mais afectam os mesmos. No capítulo quatro aborda-se a adaptação às alterações climáticas a nível nacional e internacional. O quinto capítulo trata do âmbito e objectivos do trabalho experimental. Já no sexto capítulo descreve-se o material e equipamento utilizado. No sétimo capítulo aborda-se o desenvolvimento e implementação de metodologias de ensaio, a apresentação de resultados relativos aos ensaios efectuados e a sua discussão. Por último, no capítulo oito apresenta-se a conclusão da dissertação.

2 Funções e características dos pavimentos rodoviários

2.1 Constituição

Um pavimento rodoviário é a “parte da estrada (...) que suporta directamente o tráfego e transmite as respectivas solicitações à infra-estrutura: terreno; obras de arte, etc.” (LNEC, 1962). Um pavimento é constituído por um conjunto de camadas de espessura finita, colocadas sobre uma plataforma de suporte, que alberga inferiormente a fundação do pavimento. De modo geral, a fundação é constituída pelo solo de fundação e, no caso de este não apresentar as características desejadas, pode ser necessário colocar uma camada de solo com características melhoradas, denominada leito do pavimento. Esta camada tem como funções melhorar a geometria da plataforma e aumentar a capacidade de suporte da fundação (Batista, 2009).

Na Figura 2.1 pode observar-se o esquema da constituição de uma infra-estrutura rodoviária. As camadas dum pavimento rodoviário podem distinguir-se pelas funções que lhes compete desempenhar: camada superficial (designada por camada de desgaste) e as restantes, que constituem o corpo do pavimento.

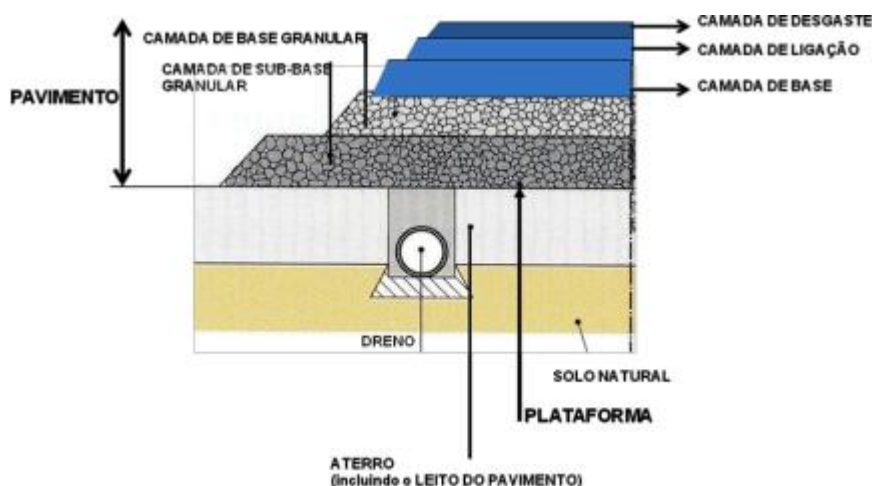


Figura 2.1: Diagrama esquemático da estrutura de um pavimento rodoviário (InIR, 2012)

A camada de desgaste, também denominada de camada de rolamento é a camada superior da estrutura, sobre a qual são exercidas as agressões do tráfego e do clima. As principais funções desta camada são de assegurar as características funcionais do pavimento, contribuindo para a segurança, conforto e economia da circulação automóvel, bem como para o aumento da durabilidade do

pavimento, nomeadamente quando este apresenta funções de estanquidade à água. O corpo do pavimento do qual fazem parte a camada de base e sub-base é o principal responsável pela capacidade de suporte das cargas induzidas pelo tráfego. As camadas que constituem o corpo do pavimento podem ser estabilizadas com ligantes betuminosos ou hidráulicos ou constituídas por materiais granulares não ligados. Cada uma dessas camadas tem também a função de suportar a camada sobrejacente. No caso de pavimentos compostos por camadas betuminosas, cada camada subjacente à camada de desgaste denomina-se por camada de regularização, sendo que imediatamente abaixo desta, assenta a camada de base e sobre a fundação assenta a última camada do corpo do pavimento – a camada de sub-base, cuja constituição é maioritariamente materiais granulares apenas estabilizados por compactação e solos tratados com cimento (InIR, 2012).

É comum considerarem-se três tipos de pavimentos, em função das camadas e materiais utilizados, apresentando diferentes comportamentos quando solicitados pelas cargas do tráfego e pelas acções climáticas a que se encontram sujeitos: pavimentos flexíveis; pavimentos rígidos e pavimentos semi-rígidos. Descrevem-se em seguida estas três tipologias.

2.2 Tipo de pavimentos

Pavimentos flexíveis:

As camadas superiores (camada de desgaste e camada de regularização) são compostas por misturas betuminosas, conferindo resistência à tracção e assegurando a resistência à fadiga. Seguem-se as camadas inferiores, compostas por materiais granulares tratados ou não com ligante betuminoso. A camada de base é o principal elemento estrutural deste tipo de pavimento, sendo constituída pelo referido material granular, podendo também ser formada por material granular tratado com ligantes hidráulicos, neste caso o pavimento passa a ser designado por semi-rígido (Figura 2.2).

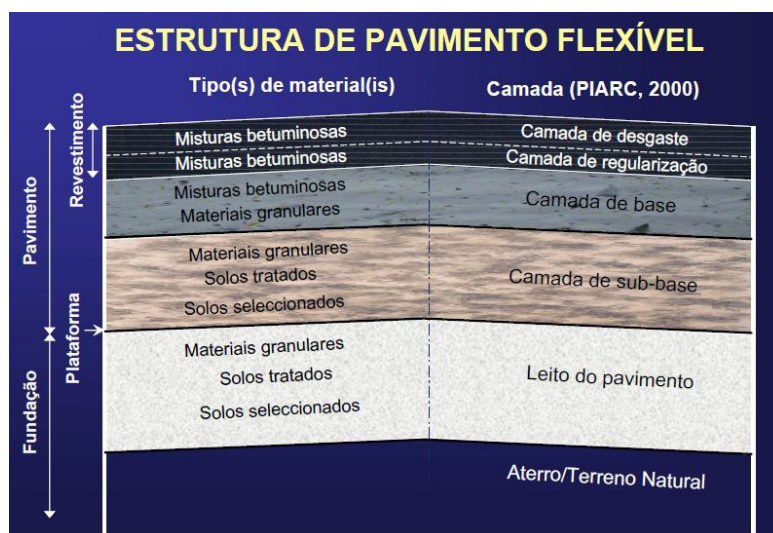


Figura 2.2: Estrutura de um pavimento flexível (Antunes *et al.*, 2005)

Pavimentos rígidos

A camada superior é constituída por betão de cimento, seguida de uma camada em materiais estabilizados com ligantes hidráulicos (betão pobre) e eventualmente uma segunda camadas subjacente composta por material granular. O principal elemento estrutural deste tipo de pavimento é a camada superior, que desempenha também a função de camada de desgaste (Figura 2.3).

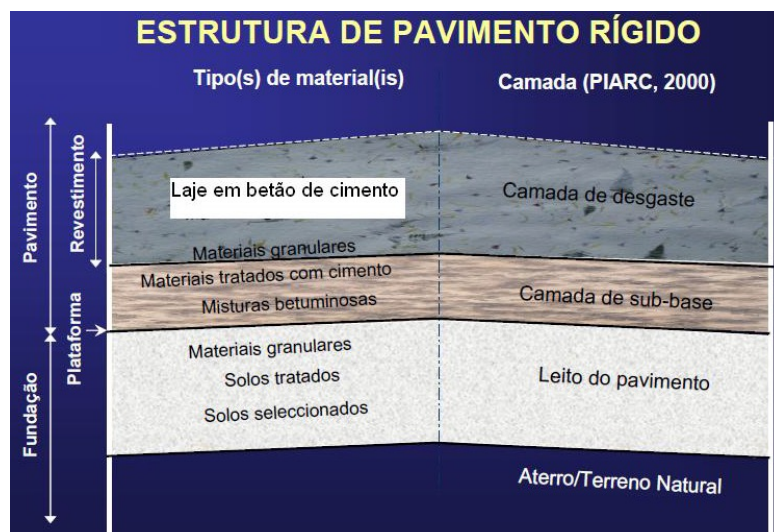


Figura 2.3: Estrutura de um pavimento rígido (Antunes *et al.*, 2005)

Pavimentos semi-rígidos

Apresentam características comuns aos dois tipos de pavimentos acima descritos, nomeadamente, uma ou duas camadas superiores constituídas por misturas betuminosas, delimitadas inferiormente por uma camada de base composta por agregado estabilizado com ligante hidráulico, correspondendo esta ao principal elemento estrutural deste tipo de pavimentos. Em alguns casos, os pavimentos semi-rígidos podem ainda dispor da camada de sub-base, constituída por material granular, não ligado (Figura 2.4).

Em Portugal, como no resto da Europa, a maioria dos pavimentos rodoviários são de tipo flexível, sendo que serão estes o foco da abordagem do trabalho desenvolvido nesta dissertação.

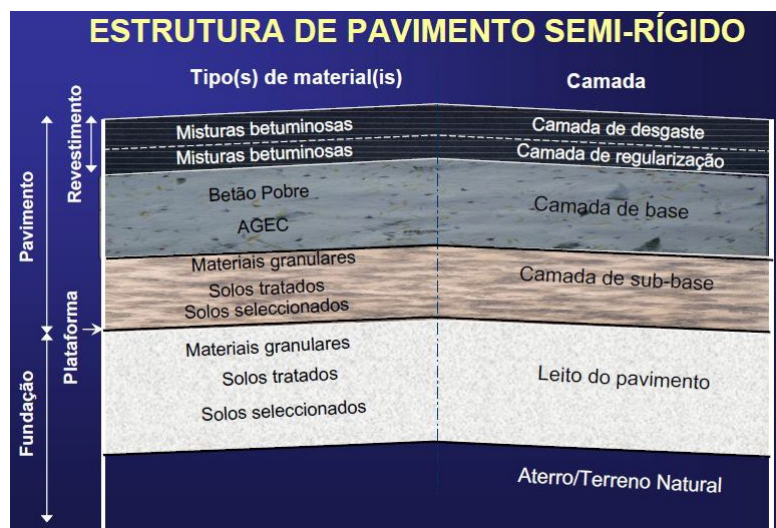


Figura 2.4: Estrutura de pavimento semi-rígido (Antunes *et al.*, 2005)

2.3 Misturas betuminosas

Em Portugal, a maioria dos pavimentos rodoviários são flexíveis, o que significa que para as camadas estruturais são utilizadas misturas betuminosas a quente. A mistura betuminosa é constituída por agregados, com uma dada granulometria, misturados com ligante betuminoso e engloba desde o macadame até as argamassas betuminosas.

São exigidas determinadas características às misturas betuminosas, principalmente as aplicadas em camadas de desgaste, entre as quais:

- Estabilidade que consiste na resistência à passagem dos veículos sem o aparecimento de cavados de rodeira;
- Flexibilidade que permita a adaptação das camadas betuminosas a assentamentos graduais observados nas camadas betuminosas inferiores sem que se verifique o aparecimento de fendilhamento;
- Resistência à fadiga suscitada pela passagem repetida do tráfego;
- Aderência aos pneus dos veículos, principalmente na ocorrência de eventos de precipitação;
- Impermeabilidade para protecção das camadas subjacentes;
- Trabalhabilidade de modo a facilitar as operações de fabrico, colocação e compactação.

Existem vários tipos de misturas betuminosas a aplicar, consoante a função estrutural que desempenham nas diferentes camadas dos pavimentos. De acordo com a NP EN 13108-1 (2011) que define os requisitos para as misturas betuminosas fabricadas a quente e com o caderno de encargos tipo Obra das Estradas de Portugal (E.P., 2014) as misturas betuminosas podem ser designadas conforme indicado no Quadro 2.1.

Quadro 2.1: Designação das misturas betuminosas (E.P., 2014)

Camada	Designação anterior	Designação actual
Base	Macadame Betuminoso Fuso B	AC 32 base ligante (MB)
	Macadame Betuminoso Fuso A	AC20 base ligante (MB)
	Mistura Betuminosa de Alto Módulo	AC 20 base ligante (MBAM)
Ligação	Macadame Betuminoso Fuso A	AC 20 bin ligante (MB)
	Mistura Betuminosa Densa	AC 20 bin ligante (MBD)
	Mistura Betuminosa de Alto Módulo	AC 16 bin ligante (MBAM)
	Betão Betuminoso	AC 14 bin ligante (BB)
	Argamassa Betuminosa com betume modificado	AC 4 bin ligante (AB)
Regularização	Macadame Betuminoso Fuso A	AC 20 reg ligante (MB)
	Mistura Betuminosa Densa	AC 20 reg ligante (MBD)
	Argamassa Betuminosa com betume modificado	AC 14 reg ligante (BB)
Desgaste	Betão Betuminoso	AC 14 surf ligante (BB)
	Betão Betuminoso Rugoso	AC 14 surf ligante (BBr)
	(micro) Betão Betuminoso Rugoso	AC 10 surf ligante (mBBr)

Legenda:

AC – designação do produto, cujo termo em inglês é “Asphalt Concrete”;

ligante – classe a definir ; base – referente à camada de base, cujo termo em inglês é similar “base course”;

bin – referente à camada de ligação, cujo termo em inglês é “binder course”, de espessura constante;

reg – referente à camada de regularização, cujo termo em inglês é “regulating course”, de espessura variável;

surf – referente à camada de desgaste, cujo termo em inglês é “surface course”.

Nos casos de estudo desta dissertação utilizaram-se lajetas constituídas por duas misturas betuminosas diferentes: uma referente a um Betão Betuminoso Rugoso para aplicação em camada de desgaste, AC14 surf PMB 45/80-65 (BBr) e outra referente a um Macadame Betuminoso para aplicação em camadas de regularização, AC20 reg 50/70 (MB).

3 Impactes das alterações climáticas nas infraestruturas rodoviárias

3.1 O que são as alterações climáticas

As alterações climáticas são o grande desafio dos nossos tempos e já estão a começar a transformar a vida no planeta Terra.

Por todo o mundo, as estações do ano estão a mudar. Os eventos extremos de precipitação, as temperaturas médias e o nível de água do mar têm tendência a aumentar. Inúmeras pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de prever as alterações climáticas e as suas consequências na Terra para as próximas décadas. No entanto, quanto maior é a escala de tempo que se pretende para essas previsões, menos fidedignas são.

É de conhecimento geral que a mudança climática global se deve às emissões para a atmosfera de gases com efeito de estufa e às profundas alterações no uso dos solos (provocadas pelas actividades humanas) (Santos *et al.*, 2001).

Na Figura 3.1, ilustram-se as principais alterações climáticas esperadas para os próximos anos.



Figura 3.1 Indicadores de alterações climáticas (Adaptado de NOAA, 2015)

As últimas 3 décadas foram as mais quentes desde 1850. O cálculo combinado dos dados da temperatura da superfície terrestre e da temperatura do oceano mostram um aquecimento de 0,85 °C no período de 1880 a 2012 tal como se observa na Figura 3.2. Nesta mesma figura também é possível visualizar a taxa de aquecimento ao longo do período de 1998 a 2012, verificando-se que desde a ocorrência do *El Niño* (em 1998) existe um acréscimo de temperatura bastante significativo. Entre estes anos o acréscimo da temperatura é bastante semelhante ao que ocorreu durante um período de 1880 a 1998 (aproximadamente um século).

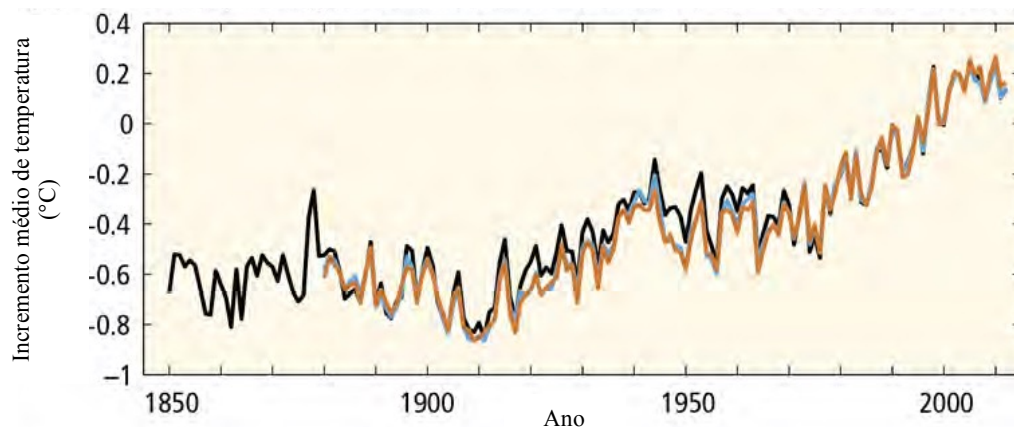


Figura 3.2: Dados combinados da temperatura da superfície terrestre e temperatura água do mar (Adaptado de IPCC, 2014)

É expectável que haja um decréscimo de dias e noites frias em detrimento do aumento do número de dias e noites quentes, à escala mundial. Ocasionalmente poderão ocorrer temperaturas extremas de Inverno. É também provável a ocorrência de ondas de calor com maior frequência e maior duração na Europa, Ásia e Austrália. Na figura 3.3 são visíveis as alterações na temperatura por todo o mundo, desde o final do século XX até meio do século XXI.

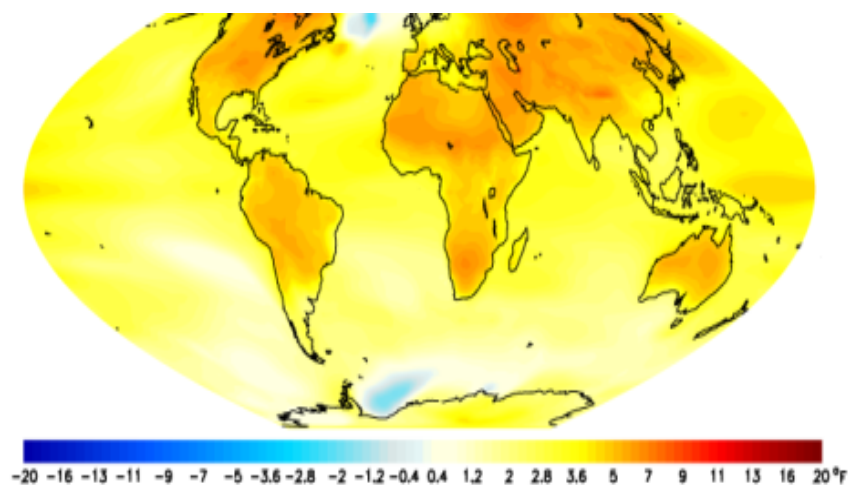


Figura 3.3: Alterações na temperatura média anual desde final século XX (1971-2000) até meio do século XXI (2051-2060) (Delworth *et al.*, 2007)

Alterações no teor de sal das águas dos oceanos evidenciam indirectamente mudanças no ciclo da água. É muito provável que as regiões de alta concentração de sal, onde domine a evaporação, se tornem mais salinas, enquanto as regiões de baixo teor de sal, onde predomine a precipitação, tenham tendência a ficar menos salinas.

O nível da água do mar é outra das grandes preocupações das alterações climatológicas. Tem vindo a aumentar nos últimos dois milénios, sendo que no período de 1870 a 2000 (Figura 3.4) aumentou cerca de 0,19 m, o que se deve não só ao degelo, mas também ao acréscimo da precipitação.

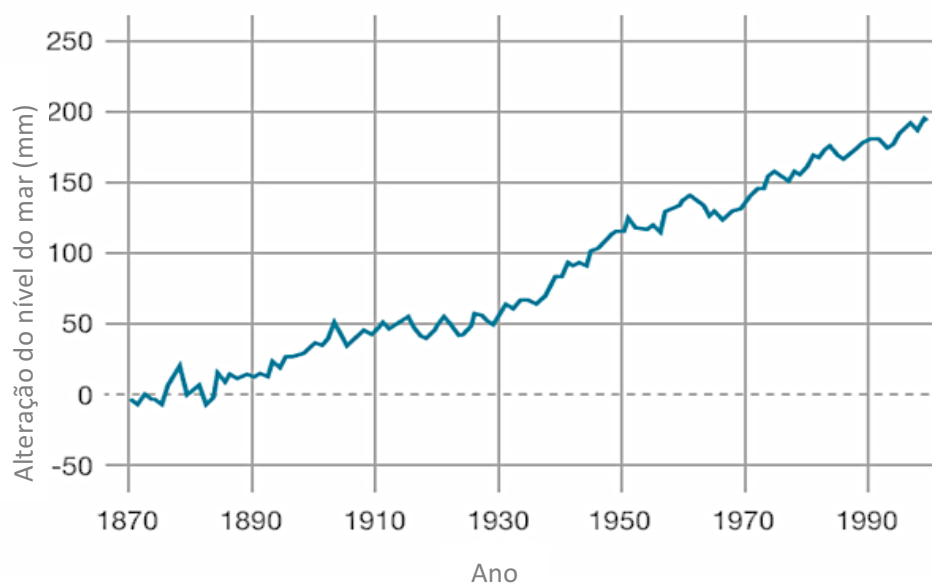


Figura 3.4: Alterações no nível do mar (período 1870-2000) (NASA, 2015)

As alterações na precipitação não serão uniformes (*cf.* Figura 3.5). Para latitudes altas e pacífico equatorial, prevê-se um aumento na precipitação média anual. Nas regiões de latitude média e zonas secas subtropicais haverá um decréscimo de precipitação, enquanto nas regiões húmidas de latitudes médias haverá uma tendência para aumentar. Os fenómenos de precipitação extrema serão mais frequentes e intensos para regiões de média latitude e zonas tropicais húmidas. (IPCC, 2014)

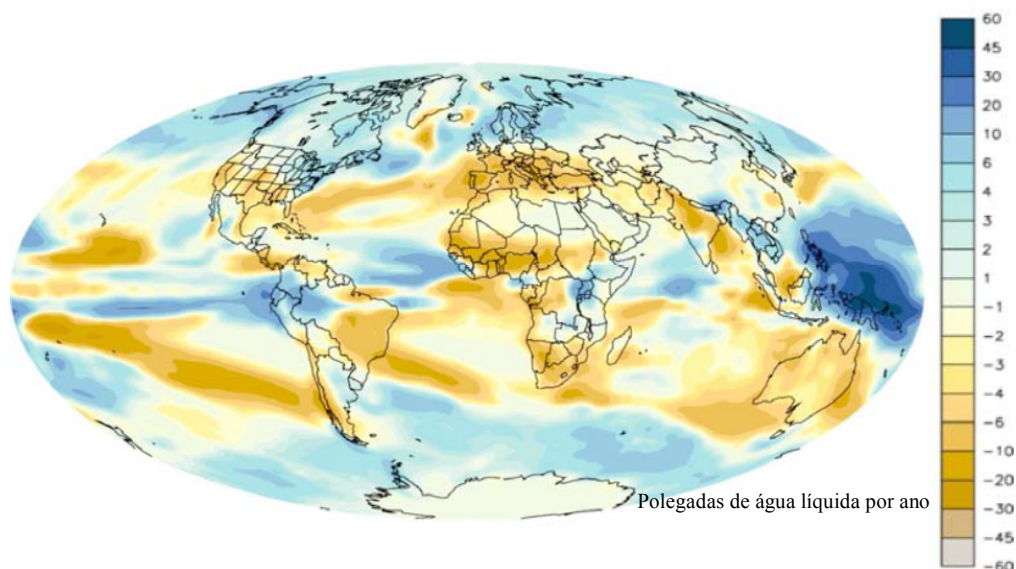


Figura 3.5: Alterações na precipitação até ao fim do século XXI (Held *et al.*, 2007)

3.2 O clima em Portugal continental e o Inverno 2014/2015

Portugal continental tem um clima mediterrânico, com temperatura média anual a variar entre 7°C nas regiões altas do interior centro e 18°C nas zonas costeiras do sul. A temperatura média do ar apresenta uma tendência crescente desde 1970, resultando de uma subida mais acentuada da temperatura mínima diária do que da temperatura máxima, consequentemente a amplitude térmica diária tem vindo a decrescer. Os dados da precipitação revelam uma tendência decrescente, conforme se pode comprovar pela observação da Figura 3.6. Desde 1976, existem diferentes tendências de precipitação entre as estações do ano, com uma redução da precipitação acumulada durante a Primavera. As tendências implicam uma redução da duração da estação chuvosa. Os dados climáticos sugerem uma tendência para o aumento de fenómenos meteorológicos extremos, na última metade do século XX, assim como o número de dias de seca consecutivos. O máximo anual de precipitação acumulada em 5 dias consecutivos (indicador da ocorrência de cheias) está a aumentar. O número de dias muito frios (temperatura abaixo de 0°C) também tende a aumentar (Santos *et al.*, 2001).

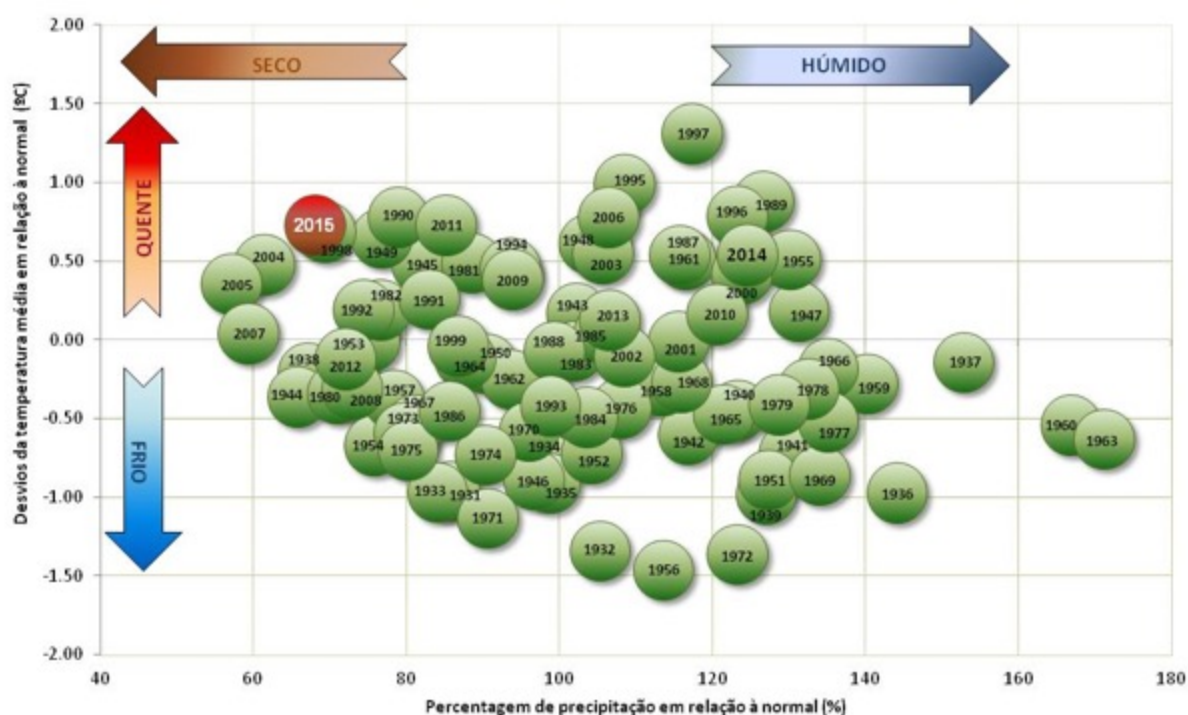


Figura 3.6: Temperatura e precipitação no Inverno (período 1931-2015) (IPMA, 2015)

O Inverno de 2014/2015 é um exemplo de como a sociedade portuguesa está perante um clima de extremos. Os meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro caracterizam-se como meses muito frios e secos. O valor médio da temperatura média do ar foi inferior ao normal, registando-se um número de dias com temperatura inferior a 0°C superior ao normal (*cf.* Figura 3.7). O valor médio do nível de precipitação em Dezembro foi também muito inferior ao valor regular (IPMA, 2015).

É relevante caracterizar o mês de Novembro de 2014 para destacar os fenómenos extremos. Este mês foi muito chuvoso, apresentando um valor médio de precipitação mensal cerca de duas vezes acima do valor normal. O valor médio da temperatura média do ar, também foi superior ao habitual. (IPMA, 2014)



Figura 3.7: Queda de neve na Serra da Estrela no Inverno 2014/2015

3.3 Impactes das alterações climáticas nos pavimentos rodoviários

Os impactes das alterações climáticas variam de região para região, reflectindo diferenças na magnitude das alterações e nas condições existentes. Estas alterações têm o potencial de afectar a sociedade, as actividades humanas e o meio ambiente de diferentes maneiras. Por exemplo, alterações no regime de precipitação afectam o ciclo da água e todas as actividades que usem este recurso, como a agricultura e o abastecimento de água às populações. Aumentos de temperatura podem exacerbar estados clínicos (doenças cardíacas, circulatórias, etc.), conduzem a maior utilização de electricidade para climatização de ambientes e acentuam a degradação dos materiais que se encontrem sujeitos a ele, geralmente no exterior.

Temperatura, radiação solar, chuva e o aumento do nível de água subterrânea são as variáveis relacionadas com as alterações climáticas que mais afectarão os pavimentos rodoviários.

Os subcapítulos seguintes vão-se debruçar sobre os efeitos da temperatura e precipitação no pavimento rodoviário.

3.3.1 Temperatura

Os primeiros impactes a fazerem sentir-se nos pavimentos rodoviários devido à subida da temperatura serão exsudação de betume, formação de cavados de rodeira e endurecimento por envelhecimento, o que resulta em desagregação e fendilhamento.

O ligante das misturas betuminosas é um material viscoelástico, e, portanto, as suas propriedades dependem da temperatura do pavimento. Como os ligantes betuminosos são classificados de acordo com o seu desempenho perante a temperatura, é expectável que as variações de temperatura alterem o comportamento de um material já colocado num determinado local. O fendilhamento poderá ser um problema quando se espera a conjugação do aumento da precipitação com a subida da temperatura máxima. A subida da temperatura à superfície do pavimento tem como consequência directa o endurecimento em tempo da mistura betuminosa o que, acompanhado pela intensificação da radiação UV, causa uma sobrelevação da taxa de oxidação. Este fenómeno implica a redução da capacidade de “flexibilidade” da mistura betuminosa (endurecimento por envelhecimento), provocando a diminuição da capacidade de suporte sob o efeito das forças induzidas pelo tráfego automóvel, resultando no fendilhamento da superfície do pavimento e perda de material por desagregação. Com o fendilhamento da superfície, o pavimento torna-se muito mais susceptível à infiltração da água para as camadas interiores. A formação dos cavados de rodeira na camada de desgaste dá-se, principalmente, quando a temperatura da mistura betuminosa excede os 45°C.

Vários estudos demonstram a relação entre a temperatura da superfície do pavimento rodoviário e a temperatura ambiente, sendo a primeira mais elevada em cerca de 7°C (Carrera *et al.*, 2010).

Conforme observado por Guan (2011), a temperatura na superfície dos pavimentos rodoviários é mais alta quando comparada com superfícies como a relva, o solo virgem ou o betão. Este facto só não se verifica quando ocorrem fenómenos de precipitação, pois parte da energia proveniente da radiação solar é usada como calor latente na evaporação da água contida na superfície, reduzindo a temperatura. Ora, se os níveis de precipitação tenderão a diminuir, aumentando o número de fenómenos extremos, os valores de temperatura na superfície dos pavimentos serão por norma mais elevados. (Alves e Vecchia, 2012)

No estudo desenvolvido por Picado-Santos (1994) são apresentadas diversas metodologias para a avaliação da temperatura equivalente numa mistura betuminosa, entre eles o método da Shell e o Método do Espectro de Temperaturas no Pavimento (PETP).

O método da Shell prevê a adopção de uma temperatura de serviço equivalente anual. Esta é uma temperatura representativa dos estados térmicos a que se encontra cada pavimento durante toda a sua vida em serviço. Segundo este método, a temperatura de serviço em camadas betuminosas é calculada partindo das temperaturas médias mensais do ar para a região onde se encontra o pavimento

e determinam-se os factores de ponderação expressos no gráfico da Figura 3.8 também dados pela expressão (Sousa *et al.*, 2005)

$$w - factor = 0,0723 \times e^{0,1296 \times TMAA} \quad (3.1)$$

Em que:

$w - factor$: Factor de ponderação (método da Shell);

$TMAA$: Temperatura média mensal do ar (°C).

Após determinar o factor $w - factor$, é possível calcular a temperatura média anual do ar aplicando a expressão (3.2) (Simões, 2008; Sousa *et al.*, 2005):

$$w - TMAA = 7,7068 \times \ln(w - factor) + 20,257 \quad (3.2)$$

Em que :

$w - TMAA$: Temperatura média anual do ar ponderada (°C)

$w - factor$: Factor médio ;

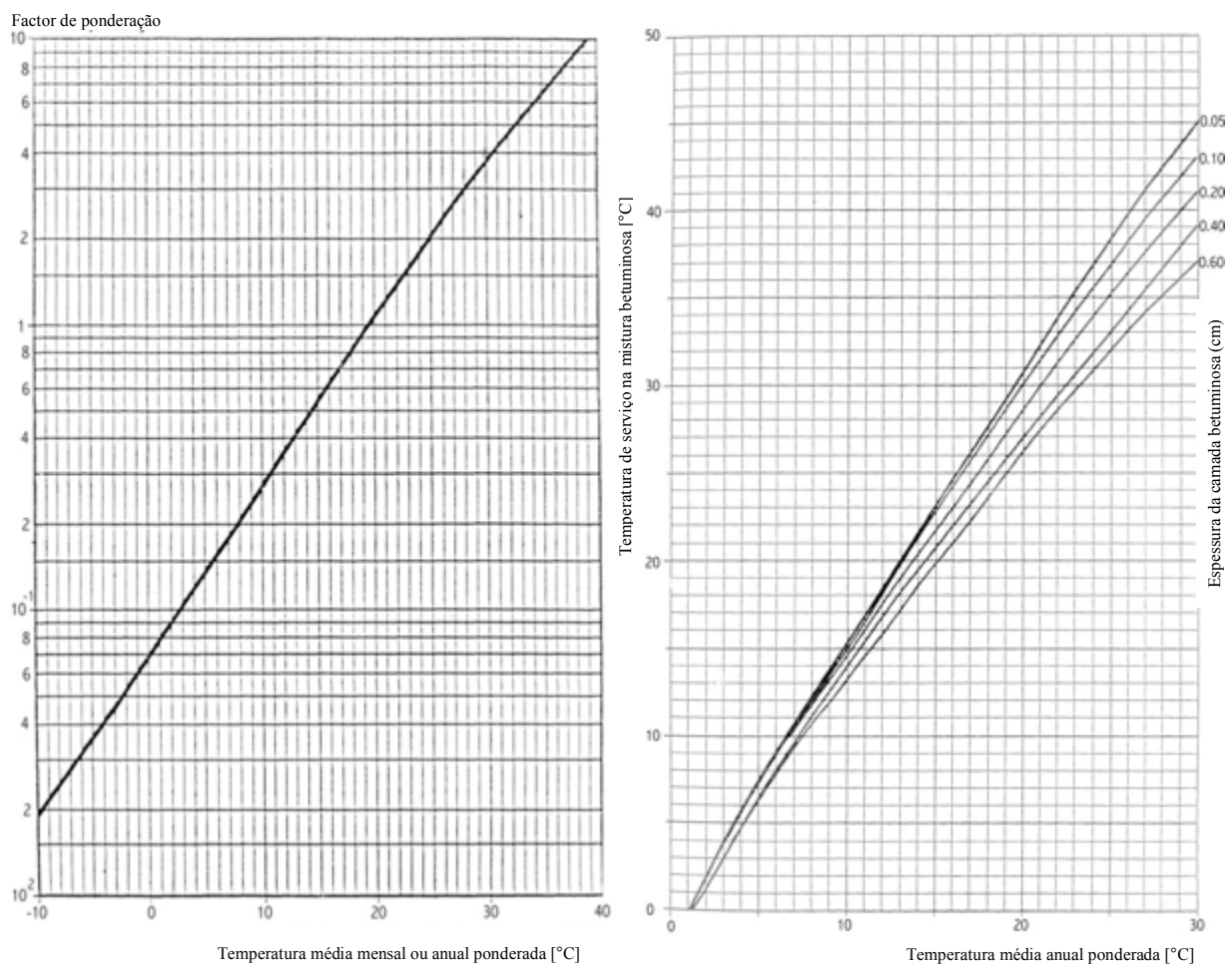


Figura 3.8: Curva dos factores de ponderação da temperatura, método da Shell e relação entre a temperatura de serviço em misturas betuminosas e a ambiente com base no ábaco da Shell (respectivamente) (Adaptado de Oliveira, 2013 baseado em Picado-Santos, 1994)

Após a obtenção dos valores de *TMMA* e *w-TMAA* é possível estimar a temperatura de serviço recorrendo ao ábaco da Shell.

Freire (2002) aplicou o PEPT (Método do Espectro de Temperaturas no Pavimento) aos valores das temperaturas do ar registadas em quatro locais de Portugal Continental, num período de vinte anos (entre 1967 e 1989, durante os meses de Junho a Setembro). O Método do Espectro de Temperaturas no Pavimento (PETP) visa prever temperaturas “de serviço” dos pavimentos a partir de temperaturas do ar (Picado-Santos, 1994). Dada a importância do efeito da temperatura nas misturas betuminosas, esta variável é um factor determinante nos ensaios laboratoriais em que se estudam, por exemplo, as deformações permanentes dos pavimentos (Freire, 2002). Este tipo de ensaios é realizado no Departamento de Transportes do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. A temperatura a adoptar no ensaio é muito importante uma vez que condiciona fortemente o comportamento viscoelástico do material, e consequentemente o valor da deformação permanente sob a acção da passagem repetida do tráfego (Freire, 2002).

Para seleccionar a temperatura de ensaio mais adequada é necessário observar os registos climatológicos. Freire (2002), para um estudo deste tipo, seleccionou quatro locais: Beja; Lisboa; Porto e Braga (considerados representativos das quatro zonas climáticas, designadas por zona “quente”, zona “média-Sul”, zona “média-Norte” e zona “temperada”, de acordo com o zonamento climático proposto por Baptista (1999), tendo por base a variação dos danos em estruturas típicas de pavimentos flexíveis. Foi escolhida a profundidade de 2,5 cm para o cálculo de temperaturas, por se considerar esta a profundidade representativa para camadas de desgaste. Considerando as temperaturas máximas do ar do mês mais quente (Julho), obtiveram-se as temperaturas a 2,5 cm de profundidade, que se apresentam no Quadro 3.1. Freire (2002), concluiu que a adopção de temperaturas de ensaio em laboratório na ordem dos 60°C seria excessiva, recomendando a adopção de temperaturas de ensaio na ordem dos 40°C ou 50°C, consoante a zona climática em que se situa o pavimento, conforme indicado no Quadro 3.2. Refira-se que este estudo considerou temperaturas ambientes médias registadas em Portugal continental entre 1967 e 1989. Em cenários de alterações climáticas e com previsões de aumento de temperatura, será pertinente vir a considerar a realização de ensaios à temperatura de 60°C. Veja-se, por exemplo na Figura 3.9, a ocorrência em Maio de 2015 de temperaturas extremas na Índia, onde uma das consequências foi o amolecimento dos pavimentos. A situação inusitada provocou diversos constrangimentos para a população como a interrupção dos fluxos de transporte e comunicação.

Quadro 3.1: Temperatura a 2,5 cm de profundidade, nas camadas betuminosas para dias extremos, para Braga, Porto, Lisboa e Beja (Freire, 2002)

Local	Probabilidade da temperatura ser igualada ou ultrapassada	Hora																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Braga	1%	27,4	25,7	25,1	24,9	24,9	25,5	26,5	27,9	30,6	34,3	38,2	42,1	45,5	48,3	50,2	51,1	50,7	48,7	45,4	42,4	38,3	34,5	31,6	29,3
	5%	24,4	23,2	22,5	22,3	22,4	23,0	23,9	25,2	27,7	31,0	34,6	38,3	41,6	44,3	46,2	47,1	46,8	44,9	42,1	38,9	35,0	31,3	28,4	26,2
Porto	1%	29,8	28,0	27,4	27,2	26,9	27,4	28,2	29,1	31,6	34,9	38,3	41,8	44,7	47,3	49,1	50,1	49,9	48,3	45,5	43,0	39,4	36,0	33,6	31,6
	5%	25,8	24,5	23,9	23,7	23,6	23,9	24,5	25,5	27,6	30,4	33,3	36,5	39,4	41,9	43,7	44,7	44,6	43,1	40,9	38,3	34,9	31,6	29,2	27,3
Lisboa	1%	30,3	28,4	27,8	27,6	27,3	27,8	28,7	29,7	32,2	35,6	39,1	42,7	45,8	48,4	50,2	51,1	51,0	49,2	46,3	43,7	40,1	36,6	34,2	32,1
	5%	27,4	25,9	25,3	25,1	24,9	25,4	26,1	27,0	29,4	32,4	35,6	39,0	42,0	44,5	46,3	47,3	47,2	45,6	43,1	40,4	36,9	33,5	31,1	29,1
Beja	1%	28,1	26,2	25,5	25,4	25,5	26,4	27,7	29,4	32,7	37,1	41,7	46,3	50,0	53,2	55,1	55,8	55,2	52,8	48,7	45,3	40,7	36,3	33,1	30,3
	5%	24,6	23,2	22,5	22,3	22,5	23,3	24,5	26,1	29,2	33,1	37,3	41,7	45,3	48,4	50,3	51,1	50,5	48,2	44,7	41,1	36,7	32,5	29,2	26,5



Figura 3.9: Amolecimento de um pavimento rodoviário devido a temperaturas muito elevadas, Nova Delhi, Maio 2015 (HT Correspondent & Agencies, 2015)

Quadro 3.2: Temperaturas de ensaio propostas por zona climática de Portugal Continental (Freire, 2002)

Zona Climática	Temperatura (°C)
Zona quente	50°C
Zona média-Sul e zona média-Norte	45°C
Zona temperada	40°C

Em climas mediterrânicos, como é o caso de Portugal é óbvio que os efeitos da temperatura no pavimento rodoviário terão variações sazonais, ao longo do ano. Os danos causados pela passagem de tráfego automóvel no Verão são muito mais significativos do que no Inverno, em termos de deformação permanente, principalmente em pavimentos cujo valor do teor em água das camadas não ligadas não é o principal condicionante do seu comportamento.

3.3.2 Precipitação

A precipitação é outro factor que pode afectar fortemente o desempenho do pavimento rodoviário. Uma modificação dos eventos de precipitação pode alterar o teor de humidade de um pavimento levando a problemas de deterioração do material à superfície (*cf.* Figura 3.10), resultando em ninhos e peladas no pavimento rodoviário.



Figura 3.10: Estado de uma infra-estrutura rodoviária após precipitação

Este desprendimento de material deve-se à combinação de factores susceptíveis à ocorrência do fenómeno: envelhecimento da mistura betuminosa e a penetração de água até aos espaços de ar das camadas granulares subjacentes. O envelhecimento devido ao aumento de temperatura leva a perda de propriedades viscoelásticas do ligante, que se torna quebradiço. No seguimento deste fenómeno ocorre a quebra de ligações nas camadas de mistura betuminosa, o que origina desagregação e perda de material. No entanto, o problema que incita maior preocupação na área dos pavimentos rodoviários,

causado pelo excesso de precipitação é a destabilização das camadas inferiores (base e sub-base). Com o tráfego automóvel são induzidas forças de compressão que geram pressão, fazendo com que a água infiltrada ascenda à superfície, lavando as partículas finas do material granular. Nesta situação, se a água não for drenada com eficácia, aumenta o teor em humidade da camada de sub-base, conduzindo à perda de capacidade de carga que em conjugação com a sobrecarga induzida pelo tráfego automóvel, levando ao fendilhamento da camada superficial. Para evitar esta anomalia, os sistemas de drenagem devem ser suficientemente eficientes para que a água de escorrência do pavimento não fique demasiado tempo em contacto com o mesmo (Carrera *et al.*, 2010).

Eventos de precipitação de maior intensidade e tempestades podem levar a dois problemas de extrema importância: a erosão das plataformas rodoviárias e o bloqueio do sistema de drenagem, devido não só a intensidade do fenómeno como à acumulação de detritos.

3.3.3 Temperatura vs. precipitação

A diminuição do número de dias muito frios reduz o risco de danos causados pela geada (note-se que em Portugal haverá pouca ocorrência deste fenómeno, já noutros países torna-se crucial). No entanto, não é assim tão simples. Com os Invernos a ficarem gradualmente mais amenos, o pavimento ficará exposto com maior frequência a ciclos de gelo-degelo fazendo com que haja deterioração prematura das camadas mais superficiais. Esta situação permite que a água penetre na estrutura do pavimento provocando fenómenos de expansão e contracção da água durante os ciclos de gelo-degelo. Na fase de gelo, a água instalada nos espaços intersticiais da mistura betuminosa congela, expandindo e provocando um movimento ascendente das camadas mais interiores como a sub-base, o que resulta em fendilhamento e aumento da rugosidade da camada superficial. O aumento da temperatura (provocando o degelo) faz com que a água previamente congelada nos espaços intersticiais descongele. À medida que o degelo sucede, a água não tem maneira de drenar, o que diminui a capacidade de carga da mistura betuminosa e a sua rigidez. As variações de temperatura e precipitação influenciam também o comportamento de materiais volumetricamente sensíveis a essas variações. Tais materiais são conhecidos como materiais expansivos, como é o caso de materiais que contêm argila. Em situações de seca, estes materiais sofrem redução de volume, levando ao fendilhamento da camada superficial do pavimento rodoviário. Se após um período de seca ocorrer um evento de precipitação, os materiais voltam a sofrer alterações volumétricas e neste caso um aumento de volume exacerba o fendilhamento da camada superficial do pavimento (Li *et al.*, 2010).

O Quadro 3.3 apresenta uma síntese dos potenciais impactes nos pavimentos rodoviários resultantes, quer do aumento de temperatura quer do aumento dos fenómenos extremos de precipitação.

Quadro 3.3: Principais efeitos das alterações climáticas nos vários pavimentos e impactes directos e indirectos nas escorrências rodoviárias e no meiohídrico (Extraído de Barbosa *et al.*, 2014)

Tipo de pavimento	Aumento da temperatura tem como impactes directos :	Aumento de eventos de precipitação extremos tem como impactes directos :
Flexível e semi-rígido*	<p>T1- Amolecimento do pavimento em funcionamento pode conduzir a uma incorporação de poluentes acumulados na própria mistura betuminosa ⇒ Redução de poluentes nas escorrências rodoviárias após períodos secos e quentes</p> <p>T2- O envelhecimento acelerado do ligante conduz à desagregação de partículas do pavimento ⇒ Incremento de partículas do pavimento e poluentes associados nas escorrências superficiais</p>	<p>P1- Maior estagnação de água na superfície dos pavimentos ⇒ Maior infiltração de água ⇒ Redução acelerada da capacidade estrutural ⇒ Consequências semelhantes a T2 e T3: Incremento de partículas do pavimento e poluentes associados nas escorrências superficiais</p> <p>P2 – Aumento do nível freático subjacente à estrutura do pavimento ⇒ Perda de capacidade de carga e ocorrência de deformações que podem conduzir tanto ao incremento de partículas nas escorrências como a maior infiltração de poluentes dissolvidos e contaminação de águas subterrâneas</p>
Rígido	<p>T3- Facilmente criam microfendilhamentos e se degradam ⇒ Incremento de partículas do pavimento e poluentes associados nas escorrências superficiais</p>	

*Tipos mais comuns em Portugal

Impactes indirectos do aumento de temperatura e redução da precipitação média anual, em Portugal	<p>Redução da vegetação nas zonas envolventes à estrada conduzirá a maior erosão em aterros. O fenómeno incrementa directamente o transporte de sólidos, mas também conduz à instabilidade da plataforma rodoviária e restante envolvente ⇒ Incremento de partículas e poluentes nas escorrências superficiais</p>
---	---

3.4 A drenagem do pavimento e a poluição de recursos hídricos

A poluição pontual e a poluição difusa são duas vias de disseminação dos poluentes nos recursos hídricos. Exemplos de propagação difusa são os campos agrícolas, águas pluviais, escorrência de lixeiras. A poluição pontual é aquela que é introduzida através de lançamentos individualizados e localizados de águas residuais, sendo deste modo, facilmente identificável e controlada. Águas residuais urbanas e águas industriais são exemplos de poluição pontual. A poluição difusa é de difícil controlo por não ter um ponto (único) de lançamento específico, como é o caso da drenagem

rodoviária. Este tipo de fonte de poluição tem como veículo de transporte os eventos de precipitação, uma vez que através destes há uma lavagem total ou parcial dos poluentes que se acumulam à superfície dos pavimentos rodoviários e/ou nos seus espaços intersticiais (Barbosa *et al.*, 2014). Esta água pode fluir até ao subsolo encaminhando-se para as linhas de água e ecossistemas.

A poluição das escorrências de estradas é então do tipo difusa. A gama variada de poluentes presentes nas estradas está associada a actividades de manutenção, que incluem por exemplo a limpeza e manutenção dos sistemas de drenagem, a utilização de herbicidas para controlar o crescimento da vegetação nos taludes e separadores centrais. A aplicação de sal para acelerar o processo físico de fusão da neve e gelo nas estradas, pode exacerbar a libertação de metais tóxicos associados a partículas de pequenas dimensões e a sedimentos. Nos últimos anos esta aplicação tem-se vindo a acentuar em Portugal, principalmente a maiores altitudes. A perda de combustíveis, óleos, lubrificantes ou fluidos hidráulicos durante as actividades de reparação ou reconstrução dos pavimentos rodoviários pode originar poluentes que irão integrar as águas de escorrência (*cf.* Figura 3.11).

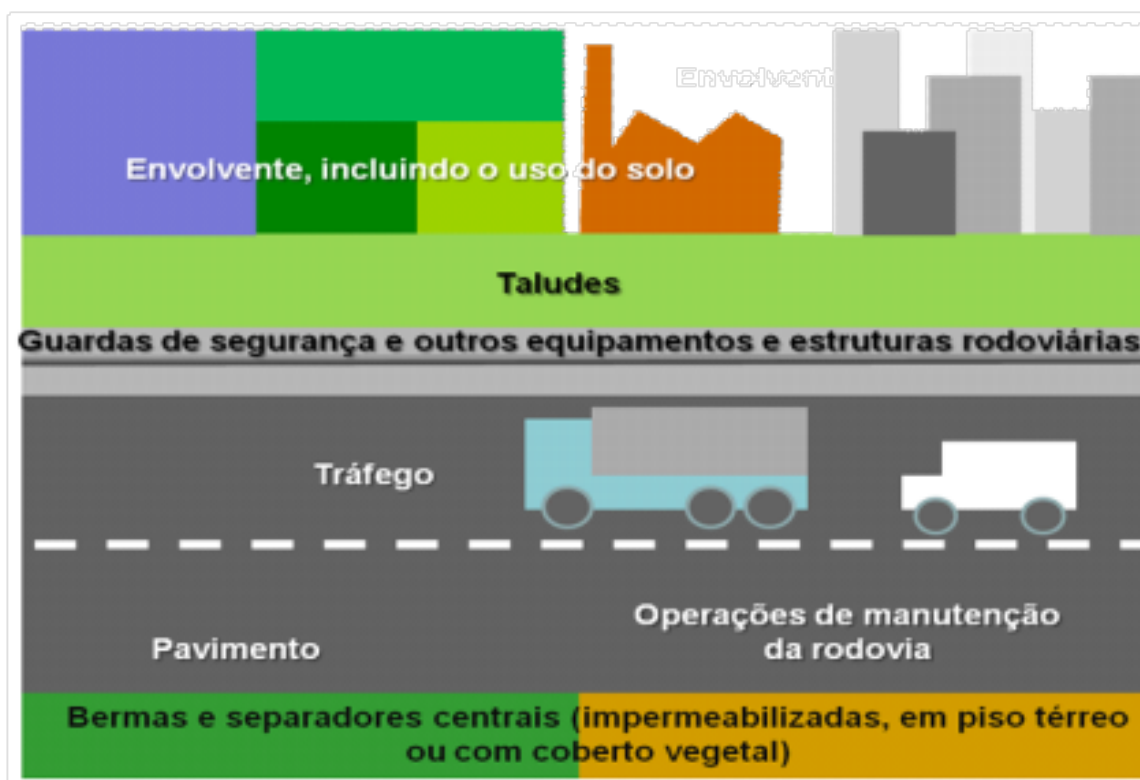


Figura 3.11: Esquema das principais origens dos poluentes que integram as águas de escorrência de estradas
(Extraído de Barbosa *et al.*, 2011)

Uma grande parte dos poluentes encontrados nas águas de escorrência rodoviária provem dos automóveis (*cf.* Figura 3.12): produtos de combustão de hidrocarbonetos; aditivos e catalisadores; perdas de líquido de lubrificação; desgaste dos pneus; e degradação de materiais provenientes da pintura, pneus e carroçaria (Barbosa *et al.*, 2011).

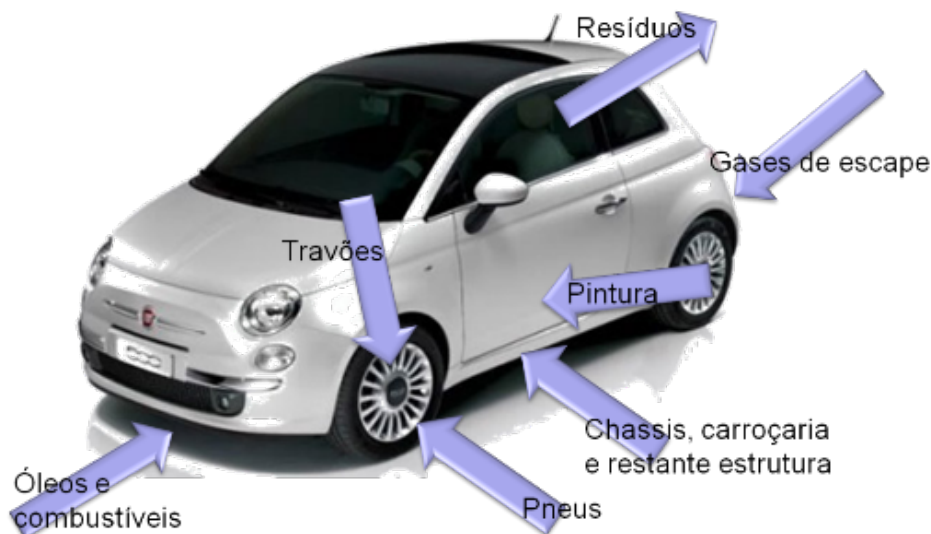


Figura 3.12: Esquema com as principais componentes das viaturas que contribuem com poluentes
(Extraído de Barbosa *et al.*, 2011)

Outra origem de poluentes, embora menos frequente, mas com grande impacto se não for logo removida são os derrames acidentais de substâncias poluentes (impactes agudos).

O Ministério dos Transportes da Nova Zelândia estima que as águas de escorrência das estradas contribuem entre 40 a 50% para a contaminação dos ecossistemas aquáticos (Fassman & Blackbourn, 2011). O Projecto G-Terra “Directrizes para a gestão integrada da poluição das escorrências de estradas em Portugal” identificou o Zinco, Cobre, Ferro, Sólido Suspensos Totais e Carência Química de Oxigénio como os poluentes prioritários a considerar na avaliação da qualidade das escorrências rodoviárias. Fassman e Blackbourn, (2011) num estudo em Auckland, indicam que as estradas são a segunda maior fonte de produção de Zinco e identificou também o Cobre como um poluente relevante gerado através do desgaste das pastilhas dos travões dos automóveis.

Nos últimos anos, a concentração de Chumbo tem diminuído, tanto em Portugal como noutros países. Metais como Cádmio, Crómio e Níquel não são consensualmente relevantes na caracterização de escorrências por muitas vezes surgirem em concentrações baixas, inferiores ao limite de quantificação analítica.

Os poluentes rodoviários encontram-se presentes nas escorrências nas formas particuladas (associadas a partículas de diferentes dimensões) ou dissolvidos. A remoção de pequenas partículas é uma questão importante na concepção de sistemas de tratamento de águas de escorrência de estradas, sendo a avaliação da dimensão das partículas relevante para o dimensionamento destas estruturas. A maior parte dos poluentes particulados encontram-se associados às partículas de menores dimensões, assim sendo, a remoção destas partículas, por exemplo, em bacias de retenção, irá permitir que a escorrência rodoviária seja descarregada no meio ambiente, após tratamento, com uma menor carga poluente.

No estudo de Kayhanian *et al.*, (2012), avaliam-se as diferenças entre as partículas em diferentes fases: partículas recolhidas directamente de um pavimento (aspiração a seco) (*cf.* Figura 3.13), partículas recolhidas durante o escoamento após precipitação (*cf.* Figura 3.14) e após deposição numa bacia de detenção. Observou-se que uma grande fracção de metais pesados e contaminantes orgânicos se encontram adsorvidos a partículas finas, enquanto poluentes como o Fósforo e o Azoto se associam a partículas com dimensão entre 11 e 150 μm . Resultados deste estudo demonstram também que mais 99% das partículas encontradas nos pavimentos têm dimensão inferior a 20 μm , tal como as partículas encontradas nas águas de drenagem de estradas.

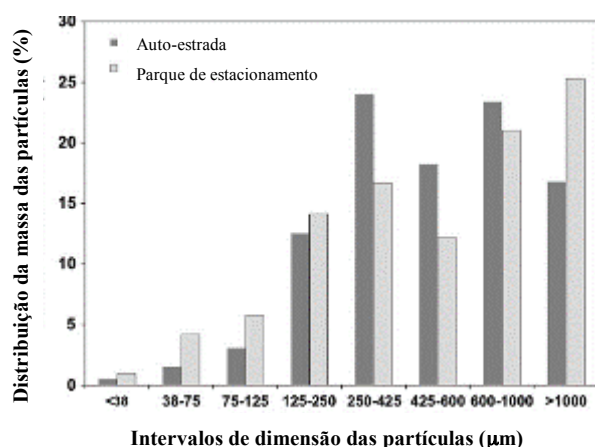


Figura 3.13: Distribuição da massa de partículas de duas amostras recolhidas por aspiração de uma auto-estrada e de um parque de estacionamento. (Kayhanian *et al.*, 2012)

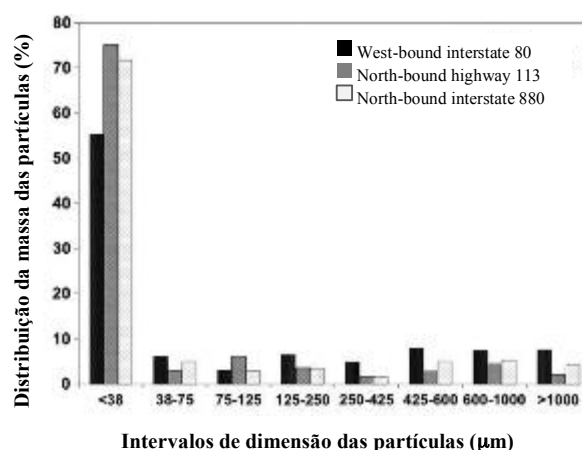


Figura 3.14: Distribuição média da massa de dois escoamentos de uma auto-estrada, determinada por análise granulométrica. (Kayhanian *et al.*, 2012)

Yun *et al.*, (2010) monitorizaram a escorrência de 4 estradas na Coreia do Sul, durante uma tempestade. Recolheram 5 amostras durante a primeira hora com intervalos de 5, 10, 30 e 60 minutos. Após uma hora recolheram amostras com um intervalo de 60 minutos, até ao termo do escoamento. Concluiu-se que as partículas com origem em amostras de escoamento têm uma dimensão menor do que as partículas sedimentadas. Este facto, segundo os autores, deve-se possivelmente a agregação e sedimentação uma vez que as partículas com maior superfície específica adsorvem e transportam os micro-poluentes. Neste estudo verificou-se que a maioria das partículas sedimentadas têm dimensão superior a 425 μm e que as partículas em suspensão na água de escoamento têm uma dimensão inferior a 38 μm (*cf.* Figura 3.15).

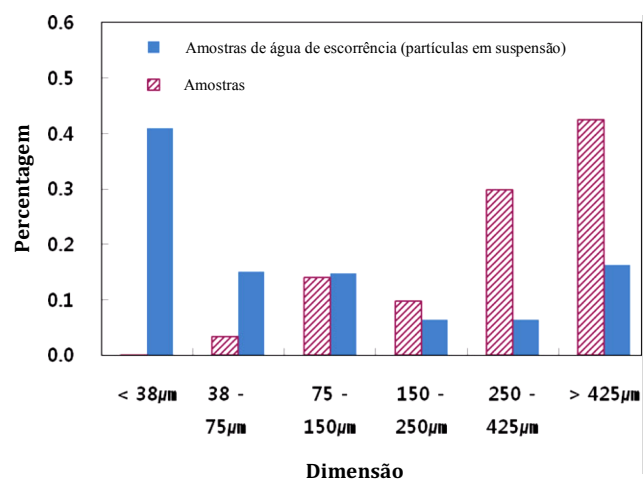


Figura 3.15: Percentagem relativa por intervalo de dimensão (Yun *et al.*, 2010)

4 Adaptação às alterações climáticas

4.1 Resposta da sociedade: investigação e governância

Em todo o Mundo, incluindo em Portugal, os hábitos e actividades tanto das pessoas como das indústrias têm-se visto compelidas a mudar como forma de adaptação às alterações climáticas que já se fazem sentir.

As alterações climáticas, no fundo, constituem um obstáculo que a sociedade, nos seus mais diversos sectores, necessita aprender a ultrapassar de forma a prevenir os seus efeitos, reduzir os seus impactes e, inclusive, aproveitar as oportunidades geradas por esta situação. Essa resposta geralmente necessita de bases técnicas e científicas (facultadas pela investigação) que se devem plasmar em directrizes, protocolos, leis e outras formas de governância, de modo a promover novos comportamentos nos diferentes sectores da sociedade.

A adaptação é um processo distinto da mitigação (*cf.* Figura 4.1). Enquanto a última procura reduzir as emissões que serão a origem das alterações climáticas, a adaptação tem por finalidade promover o “conforto” (da sociedade e suas actividades), gerando estratégias novas que permitam a redução de impactes e de vulnerabilidades.

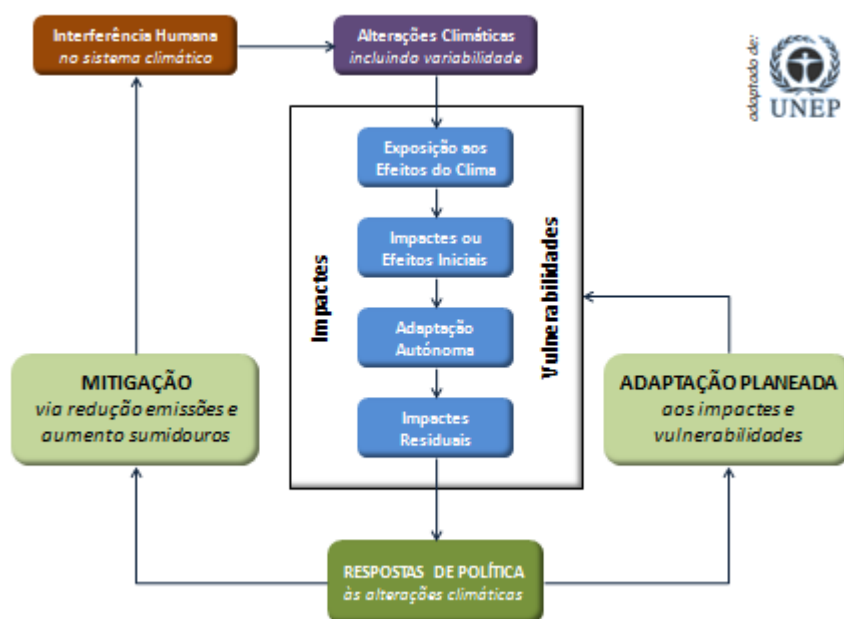


Figura 4.1: Adaptação às alterações climáticas (APA, 2015)

As secções seguintes deste capítulo procuram ilustrar as diferentes respostas que a sociedade tem dado ao cenário das alterações climáticas. Não pretendem ser exaustivos, mas unicamente apresentar o contexto internacional e nacional em que a sociedade se encontra e assim justificar a necessidade de foco no tema específico desta dissertação; os pavimentos rodoviários em cenários de alterações climáticas.

No Anexo A apresenta-se uma síntese para 32 países da união europeia (Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, Chipre, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovénia, Espanha, Estónia, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Hungria, Irlanda, Itália, Letónia, Liechtenstein, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Polónia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Roménia, Suécia, Suíça e Turquia) sobre a situação nacional e trabalhos desenvolvidos no âmbito da adaptação às alterações climáticas. Em alguns casos mencionam-se também as estratégias de mitigação.

4.2 Contexto de adaptação internacional

A adaptação às alterações climáticas já começou em muitos países, verificando-se muitas diferenças que estão relacionadas com o tipo de investigação, abordagem e iniciativas políticas.

Tendo em conta o impacto que as alterações climáticas provocam na sociedade e ecossistemas, existem projectos e financiamentos Europeus com base nestas preocupações. O programa Life+, que faz parte da Estratégia Europeia de Adaptação às Alterações Climáticas, tem por objectivo desbloquear investimentos públicos e privados através de uma combinação de empréstimos com o Banco Europeu de Investimento, destinadas ao ambiente e a acção climática da União Europeia. A Comissão Europeia criou um *website* (<http://ec.europa.eu/clima>) onde reúne aspectos de políticas de adaptação e estudos nesse sentido, onde se podem observar projectos como HORIZON 2020 e o programa FP7. É importante realçar que embora haja uma vasta gama de investigações e estudos com base nas alterações climáticas, a temática dos impactos nas infra-estruturas rodoviárias ainda não está suficientemente explorada, sentindo-se a necessidade de desenvolver esta área.

Foi também criado, pelo Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) em 1988, um organismo internacional para a avaliação das alterações climáticas, o Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC), com o objectivo de promover uma visão científica clara sobre o estado actual do conhecimento das alterações climáticas e os seus potenciais impactos ambientais e socioeconómicos. Mas a investigação das alterações climáticas preocupa cada país em particular, uma vez que as alterações far-se-ão sentir de acordo com cada região. Países como Finlândia, França, Noruega, Hungria, Espanha e Dinamarca publicaram planos nacionais de adaptação às alterações climáticas. A Finlândia publicou em 2009 um plano onde estão integradas medidas para a mitigação das alterações climáticas e planos a longo-prazo: *The Climate Change Policy of the Ministry of Transport and Communications, ILPO (2009)*.

França tem um plano Nacional de adaptação para as alterações climáticas: *France, Adaptation Plan, PNACC 2011-2015*. Neste documento foram identificadas cinco áreas de trabalho:

- Actualizar procedimentos e directrizes existentes;
- Promover investigações em inovações técnicas que permitam responder de forma mais eficaz e mais económicas às alterações climáticas;
- Comunicar e sensibilizar as partes interessadas;
- Desenvolver projectos de risco de vulnerabilidade;
- Enfrentar as consequências da subida do nível do mar.

Na Noruega o assunto das alterações climáticas é discutido desde 2008 com a publicação de um relatório *Adaptation to Climate Change in Norway - the Norwegian Government's Adaptation Efforts (2008)*. Foi formado um comité especial para analisar as vulnerabilidades da sociedade e as suas necessidades de adaptação às alterações climáticas. Um dos temas de investigação deste comité são as infra-estruturas de transporte. Segundo o relatório publicado em 2010 pelo comité, os efeitos das alterações climáticas devem ser avaliados em todas as fases dos trabalhos, a realização de pesquisas de vulnerabilidade em pavimentos rodoviários já existentes é considerada como uma medida importante e é realçada a importância da adaptação das directrizes de projectos rodoviários às alterações climáticas. Embora a adaptação às alterações climáticas seja objecto de relatórios, ainda não foi formulada uma estratégia de adaptação direccionada directamente ao sector dos pavimentos rodoviários.

A Hungria publicou a *National Climate Change Strategy for 2008-2015*, que contem uma secção onde se referem as adaptações das infra-estruturas de transporte às alterações climáticas. Algumas das necessidades de adaptação referidas são:

- Preservação da natureza e novas estradas;
- Revisão da standardização de construção, das directrizes de projecto e regulamentações;
- Análise complexa de riscos de infra-estruturas críticas.

Em Espanha a publicação *National Climate Change Adaptation Plan (PNACC, 2006)* não considera o sector dos transportes uma prioridade. No entanto, não é posta de lado a possibilidade de modificação de infra-estruturas como pontes e estradas e da alteração dos parâmetros de projecto tendo em conta as alterações climáticas, de forma a atenuar os efeitos da subida do nível médio da água do mar.

A política da Dinamarca *Danish Strategy for Adaptation to a Changing Climate (2008)*, tem por base o conceito de que a adaptação às alterações climáticas é um processo a longo prazo e que as suas consequências são incertas.

No Reino Unido foi publicado *Climate-resilient Infrastructure: preparing for a Changing Climate (2011)* onde se refere que a resposta às alterações climáticas por parte da *Highways Agency* passa pela mitigação (reduzindo as emissões de gás para a atmosfera) e adaptação (alterando actuais procedimentos).

Como resposta da sociedade às alterações climáticas, tanto a nível Europeu como internacional, foram criados diversos protocolos e acordos, citando-se em seguida alguns deles:

- Convenção-Quadro das Nações Unidas para o Combate às Alterações Climáticas (UNFCCC) com o objectivo de “estabilizar as concentrações de gases com efeito de estufa a um nível que evite a interferência antropogénica perigosa com o sistema climático”;
- Protocolo de Quioto com o objectivo de limitar as emissões de gases com efeito de estufa dos países desenvolvidos;
- O pacote Energia-Clima cujo fim é impor metas a atingir até 2020 de forma a contribuir para a luta contra as alterações climáticas, melhorando também, a sua situação em termos de segurança energética e competitividade;
- O Roteiro Europeu Baixo Carbono 2050 que visa transformar a economia da União Europeia numa economia com menor impacto no clima e com menor consumo de energia, nomeadamente em sectores como energia, transportes, construção e agricultura. Os membros da Comissão Europeia propuseram-se a alcançar essas metas até 2050;
- Programa Europeu de Alterações Climáticas (ECCP) surgiu como um processo participado de elaboração de políticas do clima com as quais a União Europeia se propunha a cumprir o Protocolo de Quioto. Foi dividido em duas fases. A primeira decorreu entre 2000 e 2005, teve como foco a gestão de quotas de emissões. A segunda fase, lançada em 2005, teve como objectivo estabelecer novas propostas para sectores não abrangidos pela directiva CELE (Comércio Europeu de Licenças de Emissão) para 2012-2020. O CELE despontou numa necessidade sentida pela União Europeia para melhor cumprir o Protocolo de Quioto, criando assim um sistema interno de comércio de emissões, de forma a garantir o cumprimento das metas de Quioto.

4.3 Contexto de adaptação nacional

É relevante conhecer o contexto nacional no que respeita a iniciativas e programas destinados à promoção da adaptação às alterações climáticas. Ao longo da última década, a Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) tem vindo a lançar iniciativas para a investigação mais profunda desta temática. A FCT recebeu propostas de investigação no âmbito das alterações climáticas apesar de não diferenciar os campos de pesquisa (mitigação, adaptação e impactos). Na Figura 4.2 pode observar-se uma representação dos projectos de investigação nacional com financiamento FCT, durante os últimos anos.

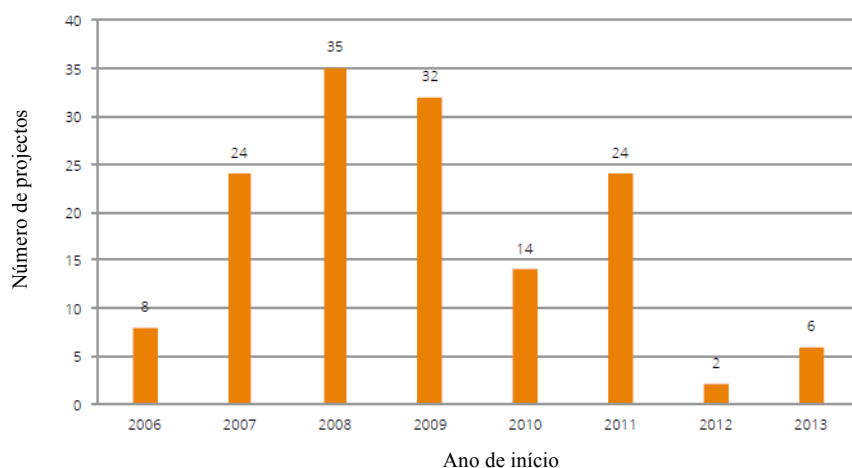


Figura 4.2: Distribuição temporal dos projectos de investigação nacional (Sousa *et al.*, 2014)

O ano de 2010, com um pico de desenvolvimento dos projectos de investigação, foi um ano de reacção ao ano de 2008 e à crise económica, quando o governo português, em cooperação com outros governos europeus promoveu um aumento da despesa pública em todas as áreas, incluindo o financiamento da investigação. Na Figura 4.3 observa-se o peso relativo da investigação nacional financiada nas diferentes áreas técnicas e científicas.

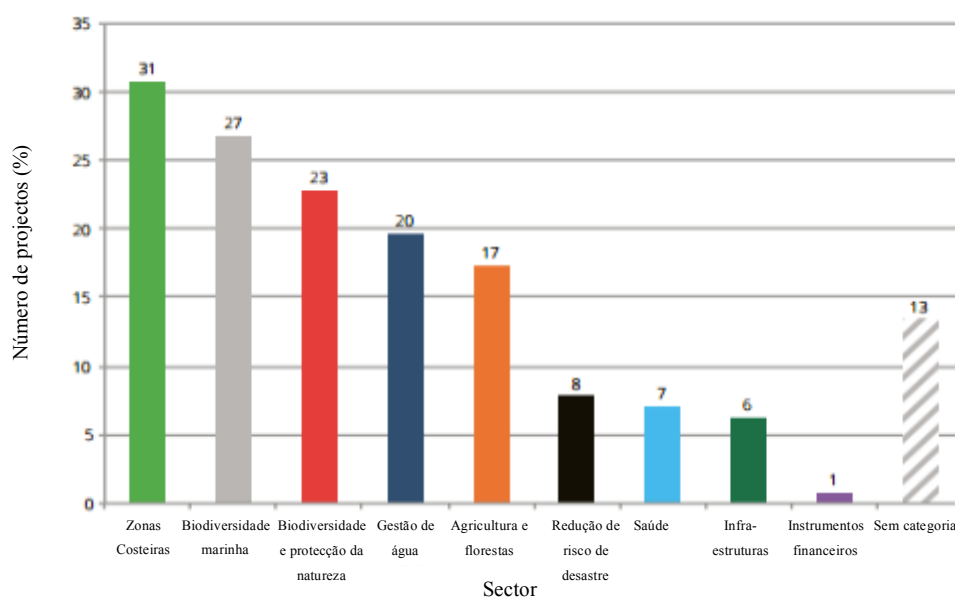


Figura 4.3: Distribuição dos projectos de investigação em Portugal (Sousa *et al.*, 2014)

Um projecto desenvolvido em Portugal foi o SIAM - *Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*. Teve início em meados de 1999 e foi financiado pela fundação Calouste Gulbenkian e pela Fundação para a Ciência e Tecnologia. Este projecto teve como intuito a primeira avaliação dos impactes e das medidas de adaptação às alterações climáticas em Portugal Continental no século XXI. Os estudos incidiram sobre um conjunto de sectores socioeconómicos e

sistemas biofísicos, nomeadamente: recursos hídricos; zonas costeiras; agricultura; saúde humana; energia; florestas e biodiversidade e pescas. Foi também realizada uma avaliação sociológica dos resultados das alterações climáticas em Portugal.

Em Portugal, cada sector tem o seu grupo de investigação coordenado pela administração pública responsável por determinada área política e, por sua vez, é coordenada por um grupo central da Administração Pública composto por membros da Agência Portuguesa do Ambiente e representantes do Ministério dos Negócios Estrangeiros, das Regiões Autónomas dos Açores e Madeira e da Associação Nacional dos Municípios Portugueses.

Recentemente, Portugal colocou-se na vanguarda da coordenação de projectos com financiamento europeus, com a obtenção em 2015 de financiamento do Horizonte 2020 (H2020) para dois projectos: o BINGO e o PLACARD. O H2020 é o maior programa de inovação de investigação da União Europeia. Portugal em cooperação com instituições de outros 5 países Europeus obteve cerca de 8 milhões de euros de financiamento para o projecto BINGO (*Bringing INnovation onGoing Water Management*, <http://www.projectbingo.eu/>). Este projecto, liderado pelo LNEC, tem como objectivo avaliar os impactes das alterações climáticas no ciclo da água promovendo estratégias de gestão de risco e medidas de adaptação, numa lógica de redução de vulnerabilidades e do acréscimo de resiliência. O projecto PLACARD (*PLAtform for Climate Adaptation and Risk reDuction*), liderado pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, com uma verba de cerca de 3 milhões de euros, tem como propósito desenvolver uma plataforma de coordenação e suporte à integração da adaptação às alterações climáticas e a redução de riscos derivadas de desastres naturais.

A crescente preocupação com as alterações climáticas devido a efeitos que já se fazem sentir, tem fomentado em Portugal o desenvolvimento de políticas de adaptação às mesmas.

Portugal desenvolveu para o sector dos recursos hídricos a “Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas- Recursos hídricos” (EN AAC-RH).

“O projecto EN AAC-RH propõe-se a identificar, discutir e obter consensos sobre as principais linhas de actuação de uma estratégia nacional de adaptação aos impactes das alterações climáticas relacionados com os recursos hídricos (EN AAC-RH). As duas palavras-chave são, por isso, CLIMA, ÁGUA e ADAPTAÇÃO. As linhas de actuação a incluir na EN AAC-RH devem assumir um carácter concreto e estar associadas a um nível de prioridade e a um horizonte que permita acompanhar a sua execução”. (APA, 2015)

Em Abril de 2010 foi adoptada a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (EN AAC) que vem de encontro às necessidades nacionais. Foi o resultado de análise e consulta interministerial conduzido pela Comissão para as Alterações Climáticas (CAC), adoptada através da resolução de Ministros nº24/2010. Os objectivos principais da estratégia são:

- Informação e Conhecimento: destaca a necessidade de consolidar e desenvolver uma base científica e técnica sólida.

- Reduzir a Vulnerabilidade e Aumentar a Capacidade de Resposta – corresponde à identificação e definição de prioridades e aplicação de medidas de adaptação
- Participar, Sensibilizar e Divulgar
- Cooperar a Nível Internacional – aborda as responsabilidades de Portugal em matéria de cooperação internacional.

Foram identificados nove sectores sobre os quais se deveria iniciar esta adaptação: Ordenamento do Território e Cidades; Recursos Hídricos; Segurança de Pessoas e Bens; Saúde Humana; Energia e Indústria; Turismo; Agricultura, Florestas e Pescas; Zonas Costeiras; Biodiversidade. Note-se que a temática dos pavimentos rodoviários e qualidade das suas águas de drenagem insere-se em vários dos sectores, não havendo, todavia, um específico para esta problemática. A 1 de Outubro de 2003 foi produzido um relatório de progresso transmitindo os desenvolvimentos e limitações desta estratégia, o que deu origem à ENAAC 2020. Esta nova estratégia dá continuidade aos trabalhos desenvolvidos na anterior, trazendo melhorias em alguns pontos.

Na temática da biodiversidade foi desenvolvido um projecto em cooperação com Espanha, financiado pela EDP: “Iberia Change- Forecasting Impacts of Climate Change on Iberia Biodiversity” (2012). Este projecto pretende investigar os impactes das alterações climáticas na biodiversidade da Ibéria, bem como, estabelecer iniciativas que visem mitigar os impactes que se farão sentir na biodiversidade nos próximos 100 anos.

Portugal conta também com o Programa AdaPT, que foi desenvolvido em 2012 e proposto para aprovação em 2013, para apoiar financeiramente a “Adaptação às Alterações Climáticas” em Portugal. As suas directrizes foram estabelecidas num memorando de entendimento entre Portugal, Noruega, Islândia e Liechtenstein, no âmbito do Mecanismo Financeiro do Espaço Económico Europeu (MFEEE/EEA- Grants). Este programa pretende “*aumentar a capacidade para avaliar a vulnerabilidade às alterações climáticas e para aumentar a consciencialização e educação sobre as alterações climáticas*” A Avaliação Nacional de Risco (2014), elaborada de acordo com “*Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management*” reúne informação sobre os riscos a que os cidadãos estão sujeitos em cada zona do país e pretende promover a adopção de medidas de diminuição de risco de acidente grave ou de catástrofe própria de cada actividade.

A resposta política e institucional na área das alterações climáticas foi actualizada e desenvolvida, criando-se ou actualizando-se: o Quadro Estratégico para a Política Climática (QEPiC), o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC 2020/2030) e a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC 2020).

Recentemente, em 2015 a ENAAC foi revista pela APA, tendo estado à consulta pública até Junho de 2015. A ENAAC 2020 tem em vista um país adaptado aos efeitos das alterações climáticas, através da implementação de medidas de adaptação, partindo da melhoria do conhecimento sobre a temática e da integração da adaptação às alterações climáticas nas políticas públicas”. (APA, 2015)

O QEPiC constitui uma inovação da política climática, onde se incluem os principais instrumentos de política nacional para a adaptação e mitigação das alterações climáticas, nomeadamente o Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030 e a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas 2020. O QEPiC pretende assegurar a resposta nacional aos compromissos assumidos com a União Europeia (para 2020 e os propostos para 2030) e ao mesmo tempo cumprir o Compromisso para o Crescimento Verde, a nível nacional.

O PNAC- Plano Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas, assume um carácter de compilação e engloba todos os sectores da economia nacional. O PNAC 2020/2030 visa cumprir a redução das emissões nacionais de gases que contribuem para o efeito de estufa, garantindo o cumprimento dos compromissos nacionais de mitigação e colocando o país em linha com os objectivos europeus.

4.4 Pavimentos rodoviários e necessidade de novas directrizes técnicas

Os dados de 32 países sintetizados no Anexo A evidenciam que 5 países referem as “infra-estruturas” como alvo de preocupação/análise/estudo, nomeadamente Espanha, Malta, Reino Unido e Suécia. Estas infra-estruturas não serão necessariamente estradas. Por outro lado, a Bélgica, a Eslováquia e a Finlândia usam os termos “infra-estruturas de comunicação” e “transportes”. Esta avaliação por palavras-chave demonstra como preocupações mais presentes têm tomado a dianteira, como é natural, na agenda dos países relativamente às medidas de adaptação às alterações climáticas. No entanto a infra-estrutura rodoviária é um elemento chave para o crescimento e desenvolvimento socioeconómico de um país. Uma infra-estrutura eficiente garante a acessibilidade e atrai centros de produção e consumo, bem como, facilita a circulação de mercadorias e serviços de todos os sectores da economia, incluindo o turismo, a educação, a saúde e a agricultura, entre outros. O seu planeamento, construção e manutenção é da responsabilidade pública ou de concessionários que analisam vários factores, sendo o clima, um factor preponderante. O planeamento e a concepção baseiam-se em dados climáticos históricos, dando informações uteis, por exemplo, para a decisão da combinação das camadas do pavimento rodoviário e para a escolha de materiais adequados para o clima da região. No entanto, a sociedade encontra-se perante um clima em mudança, deste modo, é importante entender os efeitos provocados pelas alterações climáticas e começar a planear estratégias de minimização de impactes. A preocupação com as infra-estruturas rodoviárias é cada vez maior. Existem estudos com o intuito de avaliar os impactes das alterações climáticas, onde também se fazem recomendações de medidas de manutenção para o bom comportamento dos pavimentos rodoviários. O estudo da PIARC (2012), é um exemplo de como a preocupação com as alterações climáticas e suas consequências nos pavimentos rodoviários tem vindo a merecer destaque. Neste projecto elaborou-se um quadro (*cf.* Quadro 4.1) com base em respostas a questionários feitos a países com diferentes climas, o qual sintetiza os impactes, nos pavimentos rodoviários, que mais preocupação suscitam.

O planeamento, o projecto, a construção e a manutenção de infra-estruturas rodoviárias têm-se mantido praticamente inalterados ao longo do último século, sendo, portanto, necessária uma adaptação das técnicas às alterações climáticas elaborada com base em investigações nacionais.

Quadro 4.1: Caracterização dos impactes das alterações climáticas nos pavimentos rodoviários com base em questionários (Adaptado de PIARC, 2012)

Alterações Climáticas	Impactes
Subida das temperaturas máximas	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento dos cavados de rodeira nos pavimentos flexíveis - Exsudação - Aceleração do processo de envelhecimento nas camadas do pavimento - Manutenção mais frequente
Subida da temperatura mínima, aumento dos ciclos de gelo-degelo	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da capacidade de carga - Fendilhamento, deterioração e perda de material dos pavimentos betuminosos
Aumento dos níveis de precipitação, clima mais húmido, aumento da frequência de cheias	<ul style="list-style-type: none"> - Nível freático mais elevado - Redução da capacidade de carga - Fendilhamento e deformação permanente
Diminuição da precipitação	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuição da humidade do subsolo

5 Âmbito e objectivos do trabalho experimental

Vários investigadores estão actualmente a avaliar os impactes directos e indirectos das alterações climáticas na gestão dos recursos hídricos. A tarefa não é assim tão fácil, tendo em conta as incertezas associadas aos cenários futuros (por exemplo: Dunn *et al.* 2012). Devido a alterações na precipitação, os processos relativos ao transporte de poluentes de fontes de poluição difusa, como é o caso do escoamento rodoviário, irão apresentar padrões diferentes comparados com os habituais.

As concessionárias de redes viárias têm desenvolvido estudos com o intuito de aprofundar os conhecimentos sobre os impactes das alterações climáticas nos pavimentos rodoviários, existindo uma visão comum de que são necessárias medidas urgentes de prevenção para os possíveis impactes nos pavimentos, de modo a manter a segurança e a acessibilidade.

A precipitação e a temperatura são as variáveis climáticas que mais preocupações suscitam, em sintonia com o abordado nas secções 3.3.1 e 3.3.2. A primeira é relevante no que diz respeito à alteração do teor em água, influenciando a deterioração do pavimento. A segunda, tem efeitos ao nível do envelhecimento das infra-estruturas rodoviárias. Na Austrália foi estimado que a temperatura representa um aumento da fragilidade da camada superficial dos pavimentos, em mais de 90% das vias rurais. A Austrorads (2004) considera que a vida útil dos tratamentos aplicados na superfície dos pavimentos será afectada pela temperatura ambiente: o aumento da temperatura irá acelerar a taxa de deterioração dos ligantes, o que leva à necessidade de manutenção antecipada, aumentando os custos.

Os estudos recentes dedicados aos impactes das alterações climáticas na manutenção dos pavimentos rodoviários estão principalmente focados nos materiais dos pavimentos e nos custos de manutenção e as conclusões têm por base ferramentas de modelação. Destacam-se por exemplo os estudos de Li *et al.* (2010) e de Chai *et al.* (2014). Li *et al.* (2010) usaram a ferramenta MAGICC/SCENGEN para abordar os potenciais impactes alterações climáticas e a ferramenta MEPDG para simular o desenvolvimento da deterioração de um pavimento, ao longo do tempo, para infra-estruturas com diferentes constituições em zonas nos Estados Unidos com diferentes variações climáticas. Os autores concluíram que a ferramenta é uma forma “robusta e eficiente” para integrar as alterações climáticas como uma estratégia de adaptação na fase de projecto de infra-estruturas rodoviárias. O modelo de deterioração de pavimentos HDM-III foi utilizado por Chai *et al.* (2014) para modelar os efeitos das alterações climáticas em pavimentos flexíveis em Queensland, Austrália.

O estudo concluiu que é expectável que haja um aumento, em cerca de 30%, nos custos de manutenção dos pavimentos rodoviários que estejam sobre a acção das futuras alterações climáticas.

Ao avaliar o escoamento de estradas no cenário das alterações climáticas, os especialistas preocupam-se com o transporte e descarga de maiores volumes de água e com o aumento dos caudais durante os eventos de precipitação (por exemplo: Hvitved-Jacobsen *et al.*, 2010; Kalantari *et al.*, 2014). Mahbud (2011) desenvolveu uma pesquisa sobre as escorrências de estradas com o objectivo de modelar a acumulação de poluentes e a lavagem do pavimento em cenários futuros de alterações do tráfego urbano e das características da precipitação. O foco destes trabalhos é a precipitação, que é claramente uma questão crítica que merece atenção. Relativamente à temperatura que também se prevê que venha a aumentar, esta não é considerada nos estudos apesar de ter sido correlacionada com a concentração de poluentes (por exemplo: Crabtree *et al.* 2008). Na situação climática actual de Portugal, a temperatura em pavimentos flexíveis, em diferentes zonas climáticas do país, pode atingir os 40°C ou 50°C (Freire *et al.*, 2006). Portanto, em condições de futuras alterações climáticas podem-se esperar temperaturas mais elevadas, principalmente na região Sul do país.

Barbosa *et al.* (2014) referiu a possibilidade de, sob temperaturas elevadas, o pavimento poder ter a capacidade de incorporar uma fracção dos poluentes particulados acumulados à superfície, agindo assim como um acumulador de poluentes, contribuindo indirectamente para a retenção da poluição e para a protecção do ambiente.

A adaptação das infra-estruturas rodoviárias às alterações climáticas é uma excelente oportunidade de inovar e explorar novas estratégias de controlo da poluição, combinando-a com a melhoria do projecto e desempenho dos materiais de pavimentação. A investigação relativa à avaliação dos efeitos da temperatura nas propriedades viscoelásticas das misturas betuminosas e à possibilidade do seu comportamento potenciar a retenção de partículas à superfície dos pavimentos rodoviários pode contribuir para novas metodologias no que diz respeito à adaptação às alterações climáticas.

No âmbito da presente dissertação foi realizado um estágio entre Março e Julho de 2015 integrando uma cooperação entre o Departamento de Hidráulica e Ambiente e o Departamento de Transportes (DT) do LNEC. Este estágio permitiu desenvolver trabalhos experimentais em sintonia com os objectivos do presente trabalho, utilizando equipamentos disponíveis no DT. Nos capítulos seguintes será apresentado o trabalho desenvolvido, bem como os seus resultados e as conclusões desta dissertação. O objectivo deste trabalho experimental foi exactamente a busca de resultados que permitissem validar a hipótese dos pavimentos rodoviários poderem contribuir para o controlo da poluição particulada das escorrências rodoviárias em cenários de aumento de temperatura. Desde logo, a existência de uma prática, no DT do LNEC, de ensaios de resistência à deformação permanente em lajetas de misturas betuminosas, a temperaturas elevadas, foi um aspecto chave para levar a bom porto um trabalho experimental inovador, num curto espaço de tempo.

Refira-se que o DT tem um laboratório acreditado, o UPAVMAT (Unidade de pavimentos e materiais para infra-estruturas de transportes) onde foram realizados ensaios de laboratório.

6 Equipamento e material utilizado

6.1 Enquadramento

Para a realização dos ensaios foi necessário angariar materiais que permitissem reproduzir os fenómenos que se pretendem estudar. Além dos equipamentos de laboratório especializado e sofisticado, foi necessário recorrer a utensílios e materiais usados noutros ambientes. Nos subcapítulos seguintes descrevem-se estes equipamentos e materiais.

6.2 Solo

Com base nos estudos de Yun *et al.* (2010) e Kayhanian *et al.* (2012), conclui-se que, respectivamente, cerca de 80% das partículas depositadas no pavimento têm dimensão inferior a 0,005 mm e que cerca de 55% das partículas transportadas nas águas de escorrência têm dimensão inferior a 0,038 mm. Assim, foi escolhido um solo com características físicas semelhantes às partículas que se encontram à superfície dos pavimentos rodoviários por forma a reproduzir as condições reais. A Figura 6.1 mostra uma análise granulométrica do solo seleccionado para este estudo, onde se observa que a maior parte das partículas têm uma dimensão inferior a 0,074 mm de diâmetro. Na Figura 6.2 pode-se observar o solo e um aspecto da sua pesagem.

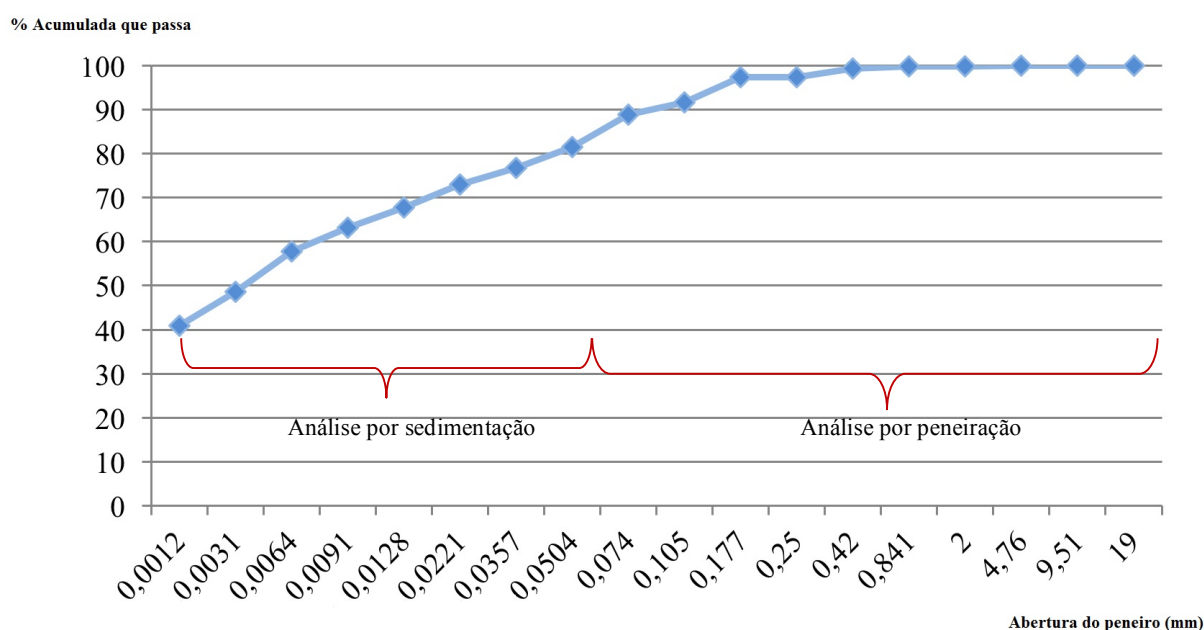


Figura 6.1: Análise granulométrica do solo utilizado nos ensaios laboratoriais



Figura 6.2: Amostras do solo utilizado

6.3 As lajetas

De um conjunto de lajetas disponíveis no Departamento de Transportes do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, escolheram-se três (BBR1, BBR2, FOSSA2)¹ com dimensões de 305 mm x 305 mm x 50 mm. As lajetas, produzidas no próprio laboratório e previamente utilizadas para outros ensaios, são constituídas por misturas betuminosas semelhantes às utilizadas nas infra-estruturas rodoviárias de Portugal (pavimentos flexíveis) e noutros países do Sul da Europa (Figura 6.3). Conforme referido no capítulo 2, utilizaram-se misturas de duas camadas diferentes que constituem as infraestruturas rodoviárias. Uma mistura betuminosa utilizada na camada de desgaste, tipo AC14 surf PMB 45/80-65 (BBR), cuja dimensão máxima do agregado é de 14 mm, com betume modificado com polímeros, e a outra mistura betuminosa é utilizada na camada de regularização, tipo AC20 reg 50/70 (MB), cuja dimensão máxima do agregado é 20 mm, com betume de penetração nominal 50/70 (macadame betuminoso).

Conforme referido, as lajetas já tinham sido submetidas a ensaios de deformação permanente, no entanto foram reaproveitadas, uma vez que para este estudo, o comportamento à deformação permanente não foi avaliado. Os ensaios de deformação foram realizados na face já ensaiada, perpendicularmente à deformação já presente, e na face contrária, nas duas direcções, de modo a gerir da melhor forma os recursos disponíveis. Como as lajetas já tinham sido testadas não se achou representativo executar um ensaio de medição da profundidade de textura pelo método volumétrico da “mancha de areia”, no entanto, para o futuro, em lajetas novas, seria importante a realização deste ensaio antes da realização dos ensaios em pista.

¹ Usou-se a designação dada anteriormente às lajetas



Figura 6.3: Lajetas disponíveis para ensaio

6.4 Equipamento Wheel-Tracking

O equipamento utilizado nos ensaios de resistência à deformação permanente enquadra-se nos equipamento de pequena dimensão - *Small Size Devices* - tendo-se seguido a norma EN12697-22:2003+A1:2007 (cf. Figura 6.4). O ensaio consiste no deslocamento contínuo, em movimento de vaivém de uma roda de borracha, simulando a pressão dos rodados dos veículos, ao longo de uma linha na lajeta. A roda apresenta 200 mm de diâmetro, 50 ± 5 mm de largura e 20 ± 2 mm de espessura. A frequência dos movimentos, tal como consta na norma, é de $26,5 \pm 1$ ciclos por minutos, com uma distancia total percorrida em ciclos de 230 ± 10 mm.



Figura 6.4: Equipamento *Wheel-Tracking*

6.5 Materiais e equipamentos complementares

Além dos materiais anteriormente apresentados, foram usados outros, mais simples, para a elaboração dos testes e para o estabelecimento da metodologia e execução dos ensaios laboratoriais. As figuras 6.5 a 6.12 ilustram o material, incluindo as instalações de secagem (câmara seca e estufa).

1. Balanças:

Balança EQ04,1, Mettler Toledo/ID15 Multirange (alcance 60 Kg; resolução 1g)

Balança EQ06,4, Ohaus/AV8101 (Alcance 8,1Kg; Resolução 0,1g)

Objectivos de utilização: usadas para pesar o solo e as lajetas em diferentes fases dos ensaios, bem como os tabuleiros



Figura 6.5: Balanças

2. Proveta de plástico com 1000 ml de capacidade

Objectivo de utilização: utilizada para medir o volume de água necessário para os ensaios



Figura 6.6: Proveta de plástico

3. Esguicho para água destilada

Objectivo de utilização: utilizada para remover o solo da superfície das lajetas num dos procedimentos experimentais



Figura 6.7: Esguicho

4. Câmara Seca a 30°

Objectivo de utilização: Utilizada para armazenar o solo e armazenar e secar as lajetas



Figura 6.8: Câmara seca

5. Estufa a 100°C

Objectivo de utilização: utilizada para secar a mistura de água e solo obtida dos ensaios do método húmido



Figura 6.9: Estufa

6. Pirex de dimensões 42,5 cm x 25 cm

Objectivo de utilização: utilizado no ensaio branco para receber a água proveniente da escorrência da lajeta



Figura 6.10: Pirex

7. Tabuleiro em inox de 42 cm x 50 cm e apoio em inox

Objectivo de utilização: utilizados para a realização dos ensaios do método húmido de remoção do solo. O tabuleiro tem como função receber o solo proveniente da escorrência da lajeta e o apoio foi utilizado para simular a inclinação de uma estrada



Figura 6.11: Tabuleiro de inox

8. Aspirador doméstico marca Taurus; potência 900W

Objectivo de utilização: utilizado para aspirar o solo no método seco



Figura 6.12: Aspirador

7 Desenvolvimento e implementação de metodologias de ensaio

7.1 Validação das condições de ensaio

Antes de se dar início aos ensaios testaram-se possíveis abordagens para verificar a metodologia de simulação de acumulação de partículas no pavimento rodoviário e a sua posterior lavagem pela precipitação. Assim, começou por se preparar um suporte com uma inclinação de cerca de 2,5% de forma a simular a inclinação transversal de uma estrada, colocando um pirex sob o extremo mais baixo da lajeta (cf. Figura 7.1). Espalhou-se 30 g de solo por toda a superfície da lajeta, de forma homogênea, promovendo-se em seguida uma lavagem com o esguicho contendo 500 ml de água destilada durante aproximadamente 5 minutos, de modo a recriar um evento de precipitação de, sensivelmente, 5 mm.



Figura 7.1: À esquerda antes e à direita após a lavagem

Foi validado tanto o comportamento das balanças como de todas as condições dado que se tratavam de quantidades de solo muito sensíveis a qualquer interferência. Durante esta fase estudaram-se também os locais de secagem (a estufa e a câmara seca, Figuras 6.9 e 6.8) bem como o *Wheel-Tracking*, de modo a conhecer os procedimentos habituais usados com estes equipamentos.

Concluiu-se que o procedimento de lavagem não seria eficaz pela perda de água e solo que ocorreu nas laterais da lajeta. Desta forma, angariou-se um tabuleiro de inox, de maiores dimensões e introduziu-se um suporte interior a este (cf. Figura 6.11). Seguidamente, além deste método de remoção com água, idealizou-se um procedimento de remoção de solo da superfície da lajeta, usando

métodos a seco e com acção directa na superfície desta. Para este fim, usou-se um aspirador (Figura 6.12) e uma escova. Estes dois procedimentos foram adoptados nos ensaios, com o objectivo de melhor compreender o grau de adesão das partículas de solo à mistura betuminosa, após o ensaio de compressão a temperatura elevada.

7.2 Preparação do ensaio

Antes dos ensaios começou por se lavar e escovar todas as lajetas com água de modo a retirar qualquer vestígio de partículas finas, *filler*², que permanecesse dos ensaios anteriores. Posteriormente as lajetas foram identificadas, pesadas e armazenadas numa sala a temperatura constante (30 °C) - câmara seca - até que se encontrassem completamente secas. O solo foi guardado na mesma câmara para evitar variações de densidade devido à absorção da humidade do ar. Após estarem secas, as lajetas foram preparadas para o ensaio de deformação permanente no *Wheel-Tracking*.

O condicionamento dos provetes foi feito na câmara de ensaio do próprio equipamento (*Wheel-Tracking*), por um período de aproximadamente 6 horas, até alcançar a temperatura pretendida (4 horas para o equipamento alcançar a temperatura desejada e 2 horas de condicionamento, para que a temperatura da mistura betuminosa estabilizasse). Os ensaios realizaram-se às temperaturas de 40°C e 60°, por se julgar serem as temperaturas representativas das condições de serviço de misturas betuminosas em Portugal, em situações de alterações climáticas (Freire et al., 2006). Após o período de condicionamento, deu-se início ao ensaio propriamente dito, a temperatura constante, com a duração de aproximadamente 6 horas (correspondendo a 10 000 ciclos ou até se obter uma deformação de 20 mm). Durante o ensaio são registadas as deformações, em cada minuto, por um *software* do próprio equipamento, embora estes dados não sejam analisados no presente estudo.

7.3 Descrição dos métodos utilizados

7.3.1 Método húmido de remoção do solo excedente

Espalharam-se 30 g de solo por toda a superfície da lajeta. Após o ensaio de deformação (duas lajetas de cada vez) e depois das lajetas alcançarem novamente a temperatura ambiente (*cf.* Figura 7.2), foram expostas à simulação de um evento de precipitação, através do qual se procurou lavar todas as partículas de solo que permanecessem soltas à superfície da lajeta. Para isso, colocaram-se as lajetas (uma de cada vez), com uma inclinação de 2,5% (*cf.* Figura 7.3), sobre o tabuleiro metálico e

² Agregado muito fino, usado no ensaio de deformação quando se recorre ao *Wheel-Tracking*

procedeu-se à lavagem da superfície com um esguicho contendo 500 ml de água destilada, durante um período de 5 minutos, tentando remover a máxima quantidade de solo possível (*cf.* Figura 7.4). Após esta lavagem, as lajetas foram pesadas e armazenadas na câmara seca. O tabuleiro contendo água e partículas de solo foi colocado numa estufa quente, a 100°C, até a água evaporar, pesando-se de seguida. Foram ensaiadas 3 lajetas: BBR1 à temperatura de 40°C e FOSSA2 e BBR2 à temperatura de 60°C.

No Anexo B encontram-se imagens pormenorizadas do procedimento para as três lajetas e ensaios a diferentes temperaturas.



Figura 7.2: Lajetas antes e após ensaio de deformação



Figura 7.3: Sistema de “lavagem” com inclinação de 2,5%

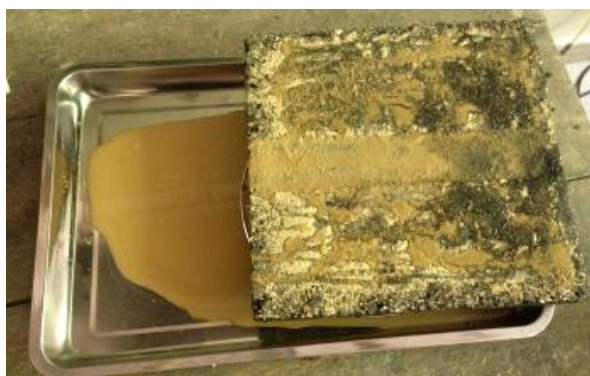


Figura 7.4: Lajeta e tabuleiro após simulação de precipitação

7.3.2 Método seco e agressivo de remoção do solo excedente

Espalharam-se, de forma homogênea, 5 g de solo unicamente na faixa de 5 cm, onde passa a roda, e submeteram-se as lajetas ao ensaio de deformação (duas de cada vez), às temperaturas de 40°C e 60°C (Figura 7.5). Quando as lajetas atingiram novamente a temperatura ambiente, procedeu-se à remoção do solo com recurso a um aspirador doméstico (*cf.* Figura 6.12), escovou-se e voltou-se a aspirar, tendo-se repetido o processo 2 vezes (Figura 7.6). Pesou-se o aspirador no início (livre de resíduos) e logo após a primeira aspiração de modo a avaliar a quantidade de partículas aspiradas. Optou-se por se avaliar logo o peso do aspirador após a primeira aspiração uma vez que após as escovagens houve partículas em suspensão e impossíveis de quantificar. Foram ensaiadas 2 lajetas: FOSSA2 e BBR2 às temperaturas de 40°C e 60°C. os ensaios realizaram-se com as lajetas em duas posições diferentes no *Wheel-Tracking* possibilitando ter 2 resultados para cada temperatura de ensaio. No anexo C encontram-se fotografias pormenorizadas deste procedimento.

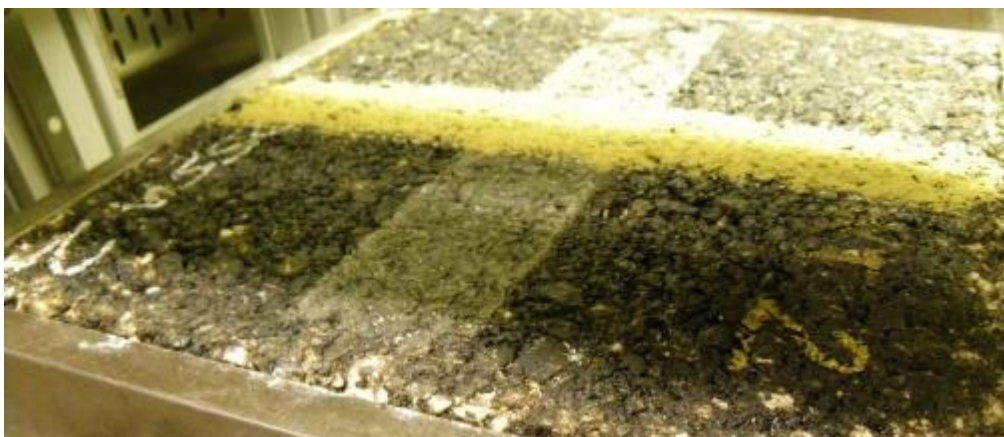


Figura 7.5: Lajeta (FOSSA2) antes do ensaio de deformação permanente

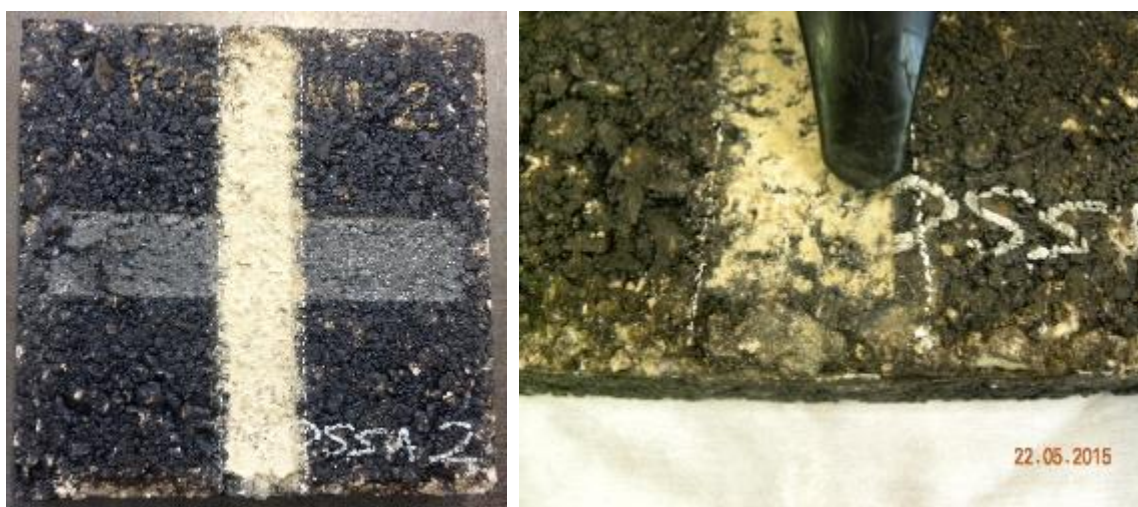


Figura 7.6: Lajeta (FOSSA2) após ensaio de deformação e durante processo de aspiração

7.4 Apresentação de resultados

Ensaíram-se, pelo método húmido de remoção do solo excedente, 3 lajetas (duas a 60°C e uma a 40°C) e pelo método seco e agressivo, 2 lajetas, perfazendo um total de 4 ensaios (dois à temperatura de 40°C e dois à temperatura de 60°C). De seguida apresentam-se os resultados relativos aos ensaios. Os ensaios relativos ao procedimento pelo método húmido apresentam-se no Quadro 7.1 e os referentes ao método seco e agressivo no Quadro 7.2.

Quadro 7.1: Massa das lajetas e do tabuleiro em diferentes fases (método húmido)

Identificação	Temperatura (°C)	Massa das lajetas (Kg)							Massa tabuleiro (Kg)		
		a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	Inicial	+água+solo	Após estufa
BBR1	40	11,557	11,579	11,545	11,575	11,575	11,563	11,547	0,707	1,126	0,733
BBR2	60	11,267	11,284	11,260	11,290	11,290	11,286	11,272	0,707	1,194	0,725
FOSSA2	60	10,683	10,709	10,670	10,970	10,697	10,695	10,675	0,636	1,139	0,655
a) Massa lajeta antes da lavagem								e) Massa lajeta após ensaio de deformação			
b) Massa lajeta após lavagem								f) Massa lajeta após precipitação			
c) Massa lajeta após secagem								g) Massa lajeta após secagem na câmara seca (contendo resíduos de solo)			
d) Massa lajeta após colocação do solo											

Quadro 7.2: Massa das lajetas e do tabuleiro em diferentes fases (método seco)

Identificação	Temperatura (°C)	Massa das Lajetas (Kg)		Massa aspirador (Kg)	
		a)	b)	Inicial	Após 1ª aspiração
BBR2	40	11,262	11,265	1,8534	1,8568
FOSSA2	40	10,661	10,665	1,8475	1,8509
BBR2	60	11,271	11,27	1,8499	1,8531
FOSSA2	60	10,668	10,668	1,8489	1,8517

- a) Massa lajeta antes do ensaio
b) Massa lajeta após o ensaio de deformação

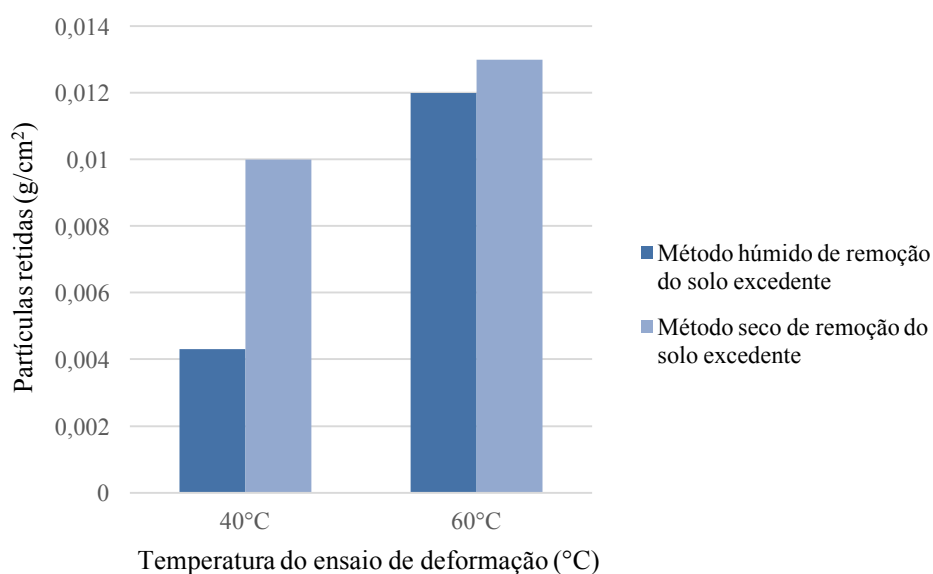
O Quadro 7.3 apresenta as variações de massa que permitem avaliar a retenção do solo das lajetas BBR2 e FOSSA2 testadas a 60°C e da BBR1 testada a 40°C, em conformidade com o método húmido de remoção do solo excedente. O Quadro 7.4 apresenta as variações de massa que permitem avaliar a quantidade de solo retido nas lajetas, sujeitas ao procedimento de remoção do solo excedente por via seca. A Figura 7.7 ilustra a aglutinação das partículas de solo retido nas lajetas em função da temperatura e do método.

Quadro 7.3 Avaliação da massa de solo retido nas lajetas - método húmido

Identificação da lajeta	Temperatura (°C)	Massa solo (g)				%solo retido	Partículas retidas (g/cm ²)
		Espalhada na superfície	Recolhida	Retida na lajeta	Média do solo retido		
BBR1	40	30	26	4	4	13%	0,0043
BBR2	60	30	18	12	11,5	38%	0,012
FOSSA2	60	30	19	11			

Quadro 7.4 Avaliação da massa de solo retido nas lajetas- do método seco

Identificação da lajeta	Temperatura (°C)	Massa solo (g)			Média do solo retido	%Solo retido	Partículas retidas (g/cm ²)
		Espalhada na superfície	Aspirado	Retida na lajeta			
BBR2	40	5	3,4	1,6	1,6	32%	0,01
FOSSA2	40	5	3,4	1,6			
BBR2	60	5	3,2	1,8	2	40%	0,013
FOSSA2	60	5	2,8	2,2			

**Figura 7.7:** Gráfico ilustrativo das partículas de solo retido nas lajetas

As Figuras 7.8 e 7.9 ilustram a presença de solo nas lajetas nas diferentes fases do ensaio do método seco de remoção do solo excedente. Nas Figuras 7.10, 7.11 e 7.12 observa-se as partículas à superfície das lajetas após os ensaios do método húmido de remoção do solo excedente.

**Figura 7.8:** Lajeta BBR2 antes durante e após aspiração (ensaio 40°C)

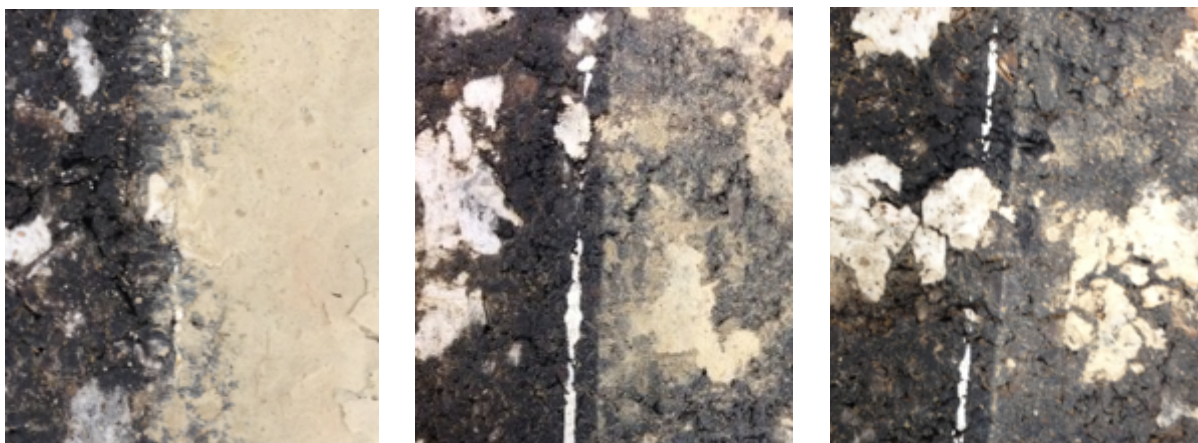


Figura 7.9: Lajeta FOSSA2 antes, durante e após aspiração (ensaio a 40°C)



Figura 7.10: BBR2 após lavagem (ensaio a 60°C)



Figura 7.11: FOSSA2 após lavagem (ensaio a 60°C)



Figura 7.12: BBR1 após lavagem (ensaio a 40°C)

7.5 Discussão de resultados

Como visto nos capítulos anteriores, usaram-se duas metodologias diferentes de modo a avaliar a retenção de partículas na mistura betuminosa.

Começando por analisar o método húmido de remoção do solo excedente, observou-se que os valores do solo arrastado pela água (simulando um evento de precipitação) para a temperatura de 60°C são de cerca de 18,5g tendo ficado retido na superfície das lajetas cerca de 38% (11,5g *cf.* Quadro 7.3). Para a lajeta submetida ao ensaio *Wheel-Tracking* a 40°C apenas 4g de solo ficaram retidos na superfície da lajeta (aproximadamente 13% *cf.* Quadro 7.3). Relativamente a este ensaio visto só se ter resultados para 1 lajeta, será um dado indicativo. A razão deste último valor ser inferior aos dois primeiros, é justificável com o facto da temperatura a que a lajeta foi sujeita durante o ensaio de deformação (40°C) ser inferior aos 60°C a que as outras duas lajetas foram submetidas, logo há um menor amolecimento do ligante e consequentemente uma menor retenção das partículas de solo.

A abordagem do método húmido foi uma tentativa de aproximação à realidade da presença de águas de escorrência em estradas. Durante os ensaios poderá ter ocorrido algum tipo de perda de pequenos fragmentos de agregado, pelo manuseamento da lajeta, não tendo sido possível contabilizar este fenómeno que terá contribuído para o défice na estimativa do solo. Também pode ter ocorrido perda de partículas de solo durante o processo de lavagem, uma vez que, com o impacto da água a cair sobre as partículas há um efeito de suspensão das mesmas. Este fenómeno ocorre na realidade na superfície das infra-estruturas rodoviárias, de forma semelhante ao fenómeno que ocorre devido à turbulência induzida pelo tráfego automóvel. De acordo com Hinds (2012), existe um fluxo de ar laminar fino na superfície sobre a qual flui o ar turbulento. As partículas finas, menores do que a espessura deste fluxo de ar laminar são pouco sujeitas à formação de remoinhos, permanecendo ligadas à mistura betuminosa. Por outro lado, as partículas de maiores dimensões ficam sujeitas a este fluxo de ar turbulento, voltando novamente a ficar em suspensão.

Uma outra simplificação adoptada na metodologia, foi a simulação da precipitação recorrendo a um esguicho com água destilada e tentando remover o máximo possível de solo. Este método poderá no futuro ser mais aproximado da realidade utilizando, por exemplo, uma mangueira perfurada de modo a que o fluxo de água seja constante e sempre à mesma altura.

A segunda metodologia - método seco e agressivo de remoção do solo excedente – permitiu obter resultados idênticos aos do procedimento anterior, isto é, uma maior quantidade de solo permaneceu agregada às lajetas sujeitas a ensaios de deformação permanente a 60°C. Observou-se que o aspirador removeu exactamente a mesma massa de solo nas duas lajetas ensaiadas a 40°C: 3,4g, ficando 1,6g de solo aglutinados à mistura betuminosa, em comparação com os 3g de solo que foram removidos das lajetas ensaiadas a 60°C (ficaram em média 2g de solo “ligado” à mistura betuminosa, correspondendo a 0,013g/cm²) conforme se pode notar no Quadro 7.4. Como se pode observar nas Figuras 7.8 e 7.9, há uma porção de partículas de solo incrustadas na mistura betuminosa, mesmo após aspiração. Esta avaliação visual é corroborada pelos resultados quantificados nas pesagens e sintetizados na Figura 7.7. Este método apenas quantifica os resultados da primeira aspiração dado que durante as escovagens (antes da segunda aspiração) se perdeu algum solo.

O número limitado de lajetas disponíveis para a realização de ensaios condicionou os resultados obtidos. Note-se que se prevê que mesmo tendo efectuado mais ensaios, os resultados confirmariam os já obtidos, não alterando a conclusão acerca do amolecimento do ligante.

O reduzido tempo disponível para a realização dos ensaios, uma vez que se pretendia obter os resultados dos ensaios laboratoriais para a redacção de um artigo sobre a temática com o título: “*Road runoff impacts under climate change. Adaptation and opportunities for pollution control*”, o qual foi apresentado no 12 Urban Environmental Symposium em Oslo em Julho de 2015, causou alguma pressão de trabalho.

Com o objectivo de divulgar os resultados desta dissertação também a nível nacional, foi igualmente submetido um artigo ao 8º Congresso Rodoviário Português, a realizar em Abril de 2016.

O título do mesmo é: “Os pavimentos rodoviários em cenários de alterações climáticas. Impactes ambientais da drenagem” (Simões *et al.*, 2016).

Considera-se que, em termos de se perceber o limite de agregação do solo à mistura betuminosa, a remoção a seco, sendo agressiva proporciona resultados mais fidedignos. No método húmido, nota-se por observação visual (*cf.* Figuras 7.10, 7.11 e 7.12) que existem partículas de solo que estão à superfície, que não se aglutinaram à mistura betuminosa estando apenas presas pela rugosidade do material, portanto uma chuvada mais intensa ou a passagem do tráfego poderiam promover a sua libertação.

8 Conclusões e desenvolvimentos futuros

As alterações climáticas são cada vez mais uma realidade: temperaturas mais elevadas e fenómenos extremos de precipitação são as principais alterações esperadas. Por todo o mundo prevêem-se os impactes destas mudanças, e a sociedade reage com a formulação de planos de adaptação e estratégias de mitigação. Sendo as infra-estruturas rodoviárias um dos alicerces do transporte e comunicação nas sociedades, é cada vez maior a necessidade de criar directrizes técnicas de modo a orientar os responsáveis pelas infra-estruturas rodoviárias perante as alterações climáticas, incluindo aspectos económicos e ambientais.

Esta dissertação descreve os primeiros passos da investigação de uma metodologia laboratorial inovadora para a avaliação da interacção entre misturas betuminosas sujeitas a altas temperaturas e as partículas poluentes acumuladas à superfície, tendo como base um tipo de ensaio frequentemente utilizado na avaliação da deformação permanente de pavimentos rodoviários.

A metodologia foi aplicada com sucesso, mesmo com a escassez de lajetas disponíveis para o efeito. Os resultados dos ensaios laboratoriais apoiam a hipótese de que o amolecimento de misturas betuminosas sujeitas a aumentos de temperatura potencia a retenção de partículas (e poluentes) na superfície do pavimento rodoviário. De que forma ocorre o fenómeno de retenção e qual é a força da ligação entre as partículas de solo e as da mistura betuminosa, são questões que podem ser respondidas em estudos futuros.

Os quatro objectivos desta dissertação foram integralmente respondidos nos diferentes capítulos da tese, nomeadamente:

- 1- Enquadramento geral sobre a temática das alterações climáticas (Capítulos 3 e 4 e Anexo A);
- 2- Compreensão dos efeitos das alterações climáticas no comportamento dos pavimentos rodoviários (Capítulos 2 e 3);
- 3- Compreensão dos efeitos das alterações climáticas na produção de maiores níveis de poluentes com origem no pavimento rodoviário (Capítulo 3);
- 4- Contribuição para o desenvolvimento de metodologias de ensaios laboratoriais destinados a validar a hipótese de as misturas betuminosas poderem, em função do aumento da temperatura desempenhar um papel na retenção de poluentes rodoviários (Capítulos 5, 6 e 7).

A abordagem de diferentes domínios nomeadamente, aspectos ambientais relacionados com os impactes das alterações climáticas nas características da poluição nas escorrências rodoviárias e no domínio da engenharia civil relacionada com os impactes das alterações climáticas no comportamento dos pavimentos rodoviários, foi entendida como muito interessante, e as metodologias utilizadas têm um bom potencial para o desenvolvimento futuro.

Como continuação desta dissertação poderia ser desenvolvida uma metodologia para um ensaio laboratorial e de campo (põe-se a possibilidade de testar diferentes tipos de misturas betuminosas num cenário real, como uma infra-estrutura rodoviária, por exemplo em pleno clima alentejano) com o objectivo de avaliar o comportamento de um pavimento sujeito a altas temperaturas e os efeitos que as características do pavimento exercem sobre a retenção de partículas. Uma maneira de aproximar as metodologias da situação real será a recolha (a seco) de partículas em pavimentos rodoviários comuns. Deste modo, os resultados obtidos poderão permitir o desenvolvimento de novos tipos de betuminoso com capacidade de incorporar partículas poluentes e apresentar melhor comportamento. Este avanço científico poderia dar resposta a problemas causados pelas alterações climáticas e reduzir a libertação de poluentes da superfície dos pavimentos rodoviários, minimizando impactes no meio ambiente. Claramente que esta nova metodologia envolveria especialistas de diferentes áreas, tornando-se um trabalho interdisciplinar com muito interesse.

Referências bibliográficas

- Alves, E., Vecchia, F., (2012) *Influência de diferentes superfícies na temperatura e no fluxo de energia: um ensaio experimental*. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais* V.8 n.1, pp.101–111.
- Antunes, M.L., Batista, F., Fontul, S., (2005) *Conservação e Reabilitação de Pavimentos Rodoviários*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Acção de Formação, 25 de Novembro de 2005, LNEC. Lisboa.
- APA, (2015) *Agência Portuguesa do Ambiente*. Available at: <http://www.apambiente.pt/> [Accessed August 1, 2015].
- Austrorads, (2004) *Impacts of Climate Change on Road Infrastructure*, Austroads Publication No. AP-R243/04, 122p.
- Baptista, A.M., (1999) *Dimensionamento de Pavimentos Rodoviários Flexíveis. Aplicabilidade em Portugal dos Métodos Existentes*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Especialidade em Engenharia Urbana. Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Barbosa, A.E., Fontul, S., Freire, A., Fernandes, J., (2014) *Os pavimentos rodoviários e a qualidade das escorrências de estradas num cenário de alterações climáticas*, 12º Congresso da água, 16º ENASB; XVI SILUBESA; 5 a 8 Março 2014; APRH; APESB e ABES; Lisboa, 13 pp.
- Barbosa, A.E., Telhado, A., Calição, J., Fernandes, J., Vieira, J., Almeida, L.V., Whitehead, M., Ramísio, P.J., Antunes, P.B., Baguinho, R., (2011) *Directrizes para a gestão integrada das escorrências de estradas em Portugal*, Barbosa, A.E. (ed), Europress, 84 pp.
- Batista, F., (2009) *Reabilitação de pavimentos flexíveis através da reciclagem com cimento*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa, Instituto Superior Técnico.
- Carrera, A., Dawson, A., Stegar, J., (2010) *P2R2C2- Effects of Climate on Current Roads*, Available at: <http://www.nottingham.ac.uk>.
- Chai, G., Staden, R. Van, Guan, H., Kelly, G., Chowdhury, S., (2014) *The impacts of climate change on pavement maintenance in Queensland, Australia*.
- Crabtree, B., Dempsey, P., Moy, F., Brown, C., Song, M., (2008) *Improved determination of pollutants in highway runoff*, Phase 2. Final Report. Highways Agency Contract Reference 3/376. Report No. UC7697. August 2008, 74 pp.
- Delworth, T., Stouffer, R., Winton, M., (2007) *Gfdl climate modeling research highlights*. *Journal of Climate*, 1(6), pp.1–3. Available at: <http://www.gfdl.noaa.gov>.
- Dunn, S., Brown, I., J and Post, H., (2012) *Relationships between climate, water resources, land use and diffuse pollution and the significance of uncertainty in climate change*. *Journal of Hydrology*, 434-435, pp.19–35.
- E.P., (2014) *Caderno de Encargos Tipo Obra*, Volume V: 03- Pavimentação- Capítulo 14.03.
- European Commission (DG CLIMA, D.J.R.C. and other Dg., European Environment Agency,

- European Climate Adaptation Platform: Climate-ADAPT*. Available at: <http://climate-adapt.eea.europa.eu/countries> [Accessed October 15, 2015].
- Fassman, E.A., Blackbourn, S.D., (2011) *Road Runoff Water-Quality Mitigation by Permeable Modular Concrete Pavers*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 137, pp.720–729.
- Freire, A.C., (2002) *Deformações permanentes de misturas betuminosas em pavimentos rodoviários*. Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Freire, A.C., Antunes, M.L., Picado-Santos, L., (2006) *Characterization of Bituminous Mixtures for Numerical Modeling of Permanent Deformations*. Road Materials and Pavement Design Journal, 7(1), pp.87–102. ISSN 1468–0629.
- Guan, K., (2011) *Surface and ambient air temperatures associated with different ground material: a case study at the University of California, Berkeley*, University of California.
- Held, I., Vecchi, G., Setzer, M., (2007) *Will the Wet Get Wetter and the Dry Drier?* GFDL Climate Modeling Research Highlights, 1(5), pp.5–7. Available at: <http://www.gfdl.noaa.gov>.
- Hinds, W.C., (2012) *Aerosol Technology: Properties Behavior, and Measurement of Airborne Particles*. John Wiley & Sons.
- HT Correspondent & Agencies, N.D., (2015) *Heatwave claims over 1,100 across country, temperatures soaring*. Available at: <http://www.hindustantimes.com/india/heatwave-claims-over-1-100-across-country-temperatures-soaring/story-sbWxiVGj363u1wqorW2LVM.html>.
- Hvitved-Jacobsen, T., Vollertsen, J., Nielsen, A.H., (2010) *Urban and Highway Stormwater Pollution*. Taylor and Francis Inc, 347 pp.
- InIR, (2012) *Directivas para a concepção de pavimentos - Critérios de Dimensionamento de Pavimentos*. Lisboa: Instituto de Infraestruturas Rodoviárias, I.P., 18 pp.
- IPCC, (2014) *CLIMATE CHANGE 2014: Synthesis Report, Summary for Policymakers*, IPCC.
- IPMA, (2014) *Boletim Climatológico Mensal - Novembro 2014*, IPMA. Portugal. ISSN 2183-1076, Portugal. Available at: <http://www.ipma.pt>.
- IPMA, (2015) *Boletim Climatológico Sazonal - Inverno 2014/2015*, IPMA. Portugal. ISSN 2183-1084, Portugal. Available at: <http://www.ipma.pt>.
- Kalantari, Z., Briel, A., Lyonb, S., Olofssona, B., Folkesson, L., (2014) *On the utilization of hydrological modelling for road drainage design under climate and land use change*. Sc Tot Environ, 475, pp.97–103.
- Kayhanian, M., McKenzie, E.R., Leatherbarrow, J.E., Young, T.M., (2012) *Characteristics of road sediment fractionated particles captured from paved surfaces, surface run-off and detention basins*. Science of the Total Environment, 439, pp.172–186.
- Li, Q., Mills, L., McNeil, S., (2010) *The Implications of Climate Change on Pavement Performance and Design*, University of Delaware.
- LNEC, (1962) *Vocabulário de estradas e aeródromos*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.
- Mahbud, P., (2011) *Impact of urban traffic and climate change on water quality from road runoff*. PhD, Queensland Univ. of Technology, 363 pp.
- NASA, (2015) *Global Climate Change- Vital Signs of the Planet*. Available at: <http://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/> [Accessed November 30, 2015].
- NOAA, *Climate Change and Variability*. Available at: <https://www.ncdc.noaa.gov/climate-information/climate-change-and-variability> [Accessed September 20, 2015].
- Oliveira, A., (2013) *Avaliação do risco associado ao dimensionamento de pavimentos flexíveis*.

Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia da Universidade do Minho.

- PIARC, (2012) *Dealing with the Effects of Climate Change on Road Pavements*, ISBN 2-84060-247-4. Available at: <http://www.piar.org>.
- Picado-Santos, L., (1994) *Consideração da Temperatura no Dimensionamento de Pavimentos Rodoviários Flexíveis*. Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Novembro, 2 volumes.
- Santos, F., Forbes, K., Moita, R., (2001) *Mudança climática em Portugal. Cenários, Impactes e Medidas de Adaptação - SIAM*, Sumário Executivo e Conclusões, Gradiva, Lisboa.
- Simões, A.R., Barbosa, A.E., Fontul, S., Freire, A.C., (2016) *Os pavimentos rodoviários em cenários de alterações climáticas. Impactes ambientais da drenagem*, 8º Congresso Rodoviário Português, 12-14 Abril 2016, Lisboa, Portugal, Centro Rodoviário Português, 10pp.
- Simões, J.A., (2008) *Pavimentos rodoviários flexíveis. Exemplo de análise económica*. Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Cívil, Universidade de Aveiro.
- Sousa, G., Avelar, D., Venturini, S., Ferrada Gomes, A., Capela Lourenço, T., (2014) *Climate Adaptation Research in a Larger Europe : An Analysis at Local and National Scales*, CIRCLE-2 Report, Foundation of the Faculty of Sciences, University of Lisbon, Portugal.
- Sousa, J., Pais, J., way, G., (2005) *A Mechanistic-Empirical Based Overlay Design Method Reflective Cracking*. Road Materials and Pavement Design, 6, pp.339–363.
- Yun, Y., Park, H., Kim, L., Ko, S., (2010) *Size Distributions and Settling Velocities of Suspended Particles from Road and Highway*. KSCE Journal of Civil Engineering, 14(4), pp.481–488.

Anexo A: Desenvolvimento de políticas de adaptação

Neste anexo apresenta-se a listagem de 32 países (Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, Chipre, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovénia, Espanha, Estónia, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Hungria, Irlanda, Itália, Letónia, Liechtenstein, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Polónia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Roménia, Suécia, Suíça e Turquia) e procura-se para cada um deles definir as estratégias de adaptação nacional, os planos de acção, a avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação, os serviços climáticos, os programas de investigação, as plataformas de adaptação, a monitorização, indicadores e metodologias, os recursos educativos e a comunicação nacional para a convenção quadro das Nações Unidas sobre as alterações climáticas. A realização desta síntese tem por base a plataforma europeia de adaptação climática, disponível em: <http://climate-adapt.eea.europa.eu/countries> (European Commission (DG CLIMA & European Environment Agency, n.d.)

Alemanha

Estratégia de Adaptação Nacional	-Estratégia de Adaptação Nacional para as Alterações Climáticas: estabelece as bases para um processo de médio prazo para identificar os efeitos das alterações climáticas, avaliar os riscos e desenvolver e implementar medidas de adaptação. Aprovada em 2008
Planos de Acção	-“Plano de Acção de Adaptação da Estratégia de Adaptação Alemã”: tem como objectivos a garantia do desenvolvimento da estratégia de adaptação e a sua implementação. Disponível em: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_en_bf.pdf Aprovado em 2011
Avaliação de impactes, vulnerabilidade e adaptação	-“Alterações Climáticas na Alemanha- Vulnerabilidade e Adaptação Climática nos Sectores Afectados”: os objectivos são documentar o conhecimento existente sobre as alterações climáticas na Alemanha e analisar os seus impactes em 7 sectores climatologicamente sensíveis, avaliar o grau e a capacidade de adaptação desses sectores. Disponível em: http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/short/k2974.pdf Realizado em Março 2005
	-Rede de vulnerabilidade: foi estabelecida com o objectivo de criar um quadro global que mostra o quão vulnerável é a Alemanha às alterações climáticas. Disponível em: http://netzwerk-vulnerabilitaet.de/tiki-index.php Criada em Dezembro 2011
	-“Método de uma avaliação de vulnerabilidade integrada”: este estudo tem como objectivos o inventário e desenvolvimento de critérios, métodos e instrumentos para uma avaliação integrada dos impactes climáticos; o estudo das alterações climáticas e os impactes do clima como um fenómeno transversal em vários domínios de acção; desenvolvimento de uma abordagem que permite a avaliação sectorial da vulnerabilidade da Alemanha. Disponível em: http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/climate_change_13_2013_methode_einer_integrierten_und_erweiterten_vulnerabilitaetsbewertung_0_0.pdf Publicado em 2013
Serviços Climáticos	-Serviço Nacional de Meteorologia: http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_windowLabel=dwdwww_main_book&T179400190621308654542636gsbDocumentPath=&switchLang=en&_pageLabel=P28800190621308654463391

	-Centro de Serviço Climático: http://www.climate-service-center.de/index.html.en
Programas de investigação	-KLIWAS: Impactes das Alterações Climáticas nas linhas de água e vias de navegação- Desenvolvimento de medidas de adaptação. Disponível em: http://www.kliwas.de/KLIWAS/EN/Home/homepage_node.html -Klimzug: Alterações climáticas nas regiões. O objectivo deste programa é o desenvolvimento de abordagens inovadoras para a adaptação às alterações climáticas. Disponível em: http://www.klimzug.de/en/index.php
Plataforma de adaptação	-Ministério do Ambiente: http://www.umweltbundesamt.de/en/topics/climate-energy/climate-impacts-adaptation -KlimaNavigator: http://www.klimanavigator.de/
Monitorização, indicadores e metodologias	-Relatório de avaliação da Estratégia de Adaptação às Alterações Climáticas. Disponível em: http://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/evaluation-of-the-german-strategy-for-adaption-to Publicado em Setembro de 2015 - “Relatório de Monitorização 2015- A estratégia de adaptação às alterações climáticas”. Disponível em: http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2015
Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/national_communication_eng_bf.pdf Submetida em 2014

Áustria

Estratégia de Adaptação Nacional	-Estratégia de adaptação nacional: O objectivo é evitar os efeitos adversos das alterações climáticas no meio ambiente, na sociedade e na economia. A estratégia tem também como objectivo reunir os intervenientes relevantes, apoiar acções de cooperação e facilitar a utilização de sinergias através da cooperação. Destina-se a fornecer recomendações em cada uma das diversas áreas e identificar interligações entre as entidades responsáveis por medidas de implementação. Adoptada a 23 de Outubro de 2012
Planos de Acção (Recomendações para implementação)	- “Estratégia Austríaca para Adaptação às Alterações Climáticas”: incide sobre a vulnerabilidade das respectivas áreas de acção e apresenta recomendações concretas para a adaptação. Adoptado a 23 de Outubro de 2012
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	-Painel Austríaco sobre as Alterações Climáticas (APCC): tem realizado uma avaliação abrangente para documentar e integrar o conhecimento científico actual sobre as alterações climáticas e os seus impactes sobre a Áustria, bem como apresenta as necessidades e as possibilidades de mitigação e adaptação. Disponível em: http://www.ccca.ac.at/de/apcc/ . Relatório publicado em Setembro de 2014 -“Relatório Austríaco de Avaliação”: são 3 volumes que apresentam o conhecimento existente sobre as alterações climáticas na Áustria, bem como as necessidades e possibilidades de mitigação e adaptação.
Planos de investigação	-StartClim: programa nacional de investigação sobre o clima. Disponível em http://www.austroclim.at/startclim Fundado em 2002 -“Austrian Climate Research Programme” (ACRP): são projectos de pesquisa que tratam assuntos relacionados com as alterações climáticas, tais como os impactes e medidas de adaptação. Disponível em https://www.klimafonds.gv.at Criado em 2007 -Climate Change Centre: tem por objectivo melhorar a qualidade e eficiência da investigação sobre o clima Austríaco. Disponível em: http://www.ccca.ac.at/de/home/ Criado em 2011
Projeções Climáticas e Serviços	Centro de dados climáticos a ser desenvolvido no âmbito do Centro de Alterações Climáticas da Áustria (CCCA). Disponível em:

	http://www.zamg.ac.at/cms/de/aktuell ; http://www.ccca.ac.at/de/home/
Portal Web/ Plataforma de Adaptação	Disponível em: http://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/klimaschutz/klimapolitik_national/anpas_sungsstrategie.html ; http://www.klimawandelanpassung.at/
Monitorização, Indicadores e Metodologias	-Relatório de avaliação do progresso de implementação das acções de adaptação: tem como objectivo avaliar o grau de implementação das recomendações. Disponível em: http://www.bmlfuw.gv.at/ Publicado em Junho de 2014
Recursos educativos	Manual com métodos e ferramentas para ajudar a enfrentar os desafios da adaptação. Disponível em: www.klimawandelanpassung.at
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: https://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/aut_nc6.pdf Submetida em 2014

Bélgica

Estratégia de Adaptação Nacional	Descreve os principais impactes das alterações climáticas, as respostas de adaptação, referencias para um Plano de Adaptação Nacional e algumas directrizes para adaptações futuras. Adoptada em 2010
Planos de Acção	Plano Nacional de Clima: estabelece uma síntese de todas as medidas decididas pelos diversos sectores e estabelece bases para o desenvolvimento de uma nova estratégia para 2012. Disponível em: http://www.climat.be/files/7813/8262/1900/PNC_2009-2012-2.pdf Adoptado em 2009
	Plano Adaptação Nacional (Em desenvolvimento)
	Plano Político do Clima Flamengo: inclui uma secção sobre adaptação - Plano de Adaptação Flamengo onde os principais objectivos são a compreensão das vulnerabilidades perante as alterações climáticas e a avaliação da capacidade de adaptação e inclui também uma secção sobre mitigação- Plano de Mitigação (VMP) com o intuito de reduzir as emissões de gases de efeito estufa entre 2013 e 2020 como medida de combate às alterações climáticas. Disponível em: http://www.lne.be/en/about/publications/flemish-climate-policy-plan-2013-2020-summary.pdf Junho 2013
	Plano de Adaptação da Valónia é um plano “Ar-Clima-Energia” que contém uma secção de adaptação onde são resumidos os impactes e vulnerabilidades e as medidas de adaptação para vários sectores. Disponível em: http://www.awac.be/ Consulta pública em Janeiro 2014
	Plano Nacional de Adaptação (2015-2020). Identifica medidas de adaptação específicas que devem ser tomadas a nível nacional, a fim de reforçar a cooperação e desenvolver sinergias entre as diferentes entidades envolvidas na adaptação. Disponível em: http://www.environnement.brussels/thematiques/air-climat/laction-de-la-region/air-climat-et-energie-vision-integree?view_pro=1&view_school=1 Em processo de adopção
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	Plano de Adaptação Federal: abrange um período de 6 anos e identifica 34 acções de adaptação. Em processo de adopção
	Websites que reportam o estado das acções de adaptação: Flandres Disponível em: http://www.lne.be/themas/klimaatverandering/adaptatie/studies-en-onderzoek e Valónia. Disponível em: http://www.bruxellesenvironnement.be
	Relatório de adaptação às alterações Climáticas cujo objectivo é o desenvolvimento de um estudo preliminar para a elaboração de um plano de adaptação regional (Bruxelas). Disponível em: http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Airclimat_Etu_de_ChgtClimatiqueRBC.pdf
	Relatório de estratégias de adaptação (Federal): síntese de medidas de

	<p>adaptação possíveis e a possibilidade de implementação das mesmas. Identificação das medidas já existentes. (Disponível em: http://www.climat.be/files/2013/8253/2115/Federale_bijdrage_adaptatiebel_eid_Eindrapport_juli_2013.pdf) Julho 2013</p> <p>Relatório de adaptação às alterações Climáticas cujo objectivo é o desenvolvimento de um estudo preliminar para a elaboração de um plano de adaptação regional (Bruxelas). Disponível em: http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Airclimat_Etu_de_ChgtClimatiqueRBC.pdf. Julho de 2012</p> <p>- Website do Departamento de Meio Ambiente, Natureza e Energia: disponibiliza informações relativas a várias investigações de diversos sectores</p>
Programas de investigação	<p>- “Science for a Sustainable Development”: é a continuação do 1º e 2º “Scientific plan for a Sustainable Development Policy”, no entanto integra novos temas. É composto por 8 áreas de investigação- Energia, Transportes e mobilidade, Agro-alimentar, Saúde e Meio ambiente, Clima (incluindo Antártica), Biodiversidade (incluindo a Antártica e o Mar do Norte), Ambiente e Ecossistemas terrestres e marinhos e uma área de investigação transversal. Disponível em: http://www.belspo.be/belspo/ssd/index_en.stm Início em 2005</p>
Informações Climáticas	<p>- Website: previsões meteorológicas. Disponível em: http://www.meteo.be/meteo/view/en/65239-Home.html</p> <p>- Urban Climate Service Centre: Organização de pesquisa nas áreas do meio ambiente, energia e materiais cujo objectivo é desenvolver modelos numéricos de escala urbana a regional e aplica-los nos estudos de apoio às políticas locais, nacionais e europeias. Disponível em: http://www.urban-climate.eu/</p>
Plataforma de Adaptação	<p>Website de Vlaanderen: informações sobre eventos importantes na área das alterações climáticas e pesquisas sobre adaptação às alterações climáticas. Disponível em: http://www.lne.be/themas/klimaatverandering/adaptatie</p> <p>Website da Valónia: onde é possível encontrar notícias e esclarecimentos sobre as políticas de adaptação às alterações climáticas. Disponível em: http://www.awac.be/index.php/thematiques/changement-climatique/les-actions-chgmt-clim/adaptation</p>
Monitorização, Indicadores e Metodologias	<p>- MIRA, Relatório Ambiental de Vlaanderen: fornece a base científica para o planeamento de políticas ambientais. Disponível em: http://www.milieurapport.be/nl/feitencijfers/milieuthemas/klimaatverandering/</p> <p>- “Clima na Bélgica”: informações gerais sobre o clima e a sua variabilidade no tempo e espaço. Disponível em: http://www.meteo.be/meteo/view/fr/6042922-Climat+general+Belgique.html</p> <p>- “irCELine”: Informações sobre a qualidade do ar nas regiões Belgas. Disponível em: http://www.irceline.be/fr</p>
Recursos educativos	<p>- CLIMAT.BE: website com informações sobre as alterações climáticas. Disponível em: http://www.climatechange.be/</p> <p>- “environment.brussels”: website com informações sobre as alterações climáticas, direccionadas ao ensino. Disponível em: http://www.environnement.brussels/school?view_school=1</p>
Comunicação Nacional para a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas	<p>- “Belgium’s Fifth National Communication”: Disponível em: http://unfccc.int/resource/docs/natc/bel_nc5_en_final.pdf Submetida em 2014</p>

Bulgária

Estratégia de adaptação Nacional	Desenvolvimento de um plano contra os impactes das alterações climáticas, entendendo a vulnerabilidade existente no país. A Estratégia
----------------------------------	--

	Nacional tem também o objectivo de sintetizar as principais medidas de adaptação às alterações climáticas. (Em desenvolvimento)
Planos de Acção	- Plano de desenvolvimento Regional para o período 2014-2020: documento de planeamento estratégico que define os objectivos a médio prazo e as prioridades para o desenvolvimento regional e local sustentável e integrado, em linha com disposições da Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Regional e outras políticas estruturais. Disponível em: http://www.mrrb.government.bg/?controller=articles&id=521 Aprovado em 2013
	- Planos de gestão das bacias hidrográficas. Disponível em: http://www.moew.government.bg/?show=top&cid=66
	- Terceiro Plano de Acção Nacional para as Alterações Climáticas: O plano prevê medidas específicas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e, todos os sectores, tendo em consideração as políticas relevantes do país e o potencial da economia. Disponível em: ew.government.bg/files/file/Climate/Climate_Change_Policy_Directorate/THIRD_NATIONAL_ACTION_PLAN.pdf . Publicado em Maio 2012
	- Planos de Gestão de Riscos de Inundação: critérios e métodos de determinação de riscos e classificação e determinação das áreas com potencial risco de inundação. Disponível em: http://www.moew.government.bg/?show=top&cid=67
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	- Monitorização das alterações climáticas é feita pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia na Academia Búlgara de Ciências que conta com várias estações meteorológicas; - “Risco Nacional das Alterações Climáticas e avaliação da vulnerabilidade para os sectores da economia Búlgara”: avaliação de riscos de alterações relacionadas com desastres naturais climáticos que são típicos para a Bulgária, com base em modelos e cenários climáticos.
Programas de Investigação	A política nacional no domínio da investigação é conduzida pelo Ministério da Educação e Ciência em cooperação com os outros ministérios, instituições e organizações incluídas na política de investigação e inovação
Serviços Climáticos: Projectões e Observação	- http://www.meteo.bg/en - http://www.niggg.bas.bg/en/
Plataforma de Adaptação	Sem informações
Monitorização, indicadores e metodologias	Sem informações
Recursos Educativos	- Ministério do ambiente e da água: http://www.moew.government.bg/?show=html&hid=174
	- “Climate Change Kick-off”: Síntese do estado actual do clima; Elaboração e distribuição entre os cidadãos de estudos resultantes de investigações; Organização de publicidade abrangente e uma campanha incluindo reuniões, entrevistas, acções de rua, exposições e distribuição de materiais promocionais; organização de uma conferência final na Sérvia. Completo em Janeiro de 2014
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://www.moew.government.bg/files/file/Climate/6_N_po_izmenenie_na_klimata.pdf Submetida em 2014

Chipre

Estratégia Nacional de Adaptação	- Avaliação da vulnerabilidade actual e futura do país às alterações climáticas para o planeamento de medidas de adaptação. Disponível em: http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environment.nsf Em desenvolvimento
Planos de Acção	- Plano Nacional de Adaptação: prevê cerca de 250 medidas, acções e práticas necessárias para a adaptação eficaz das alterações climáticas de cada um dos sectores. Em desenvolvimento

Programas de investigação	Em desenvolvimento
Serviços Climáticos	Portal destinado à avaliação do clima. Disponível em: http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLindex_gr/DMLindex_gr?OpenDocument
Plataforma de adaptação	Em desenvolvimento
Monitorização, indicadores e metodologias	-Plano de Monitorização da Estratégia de Adaptação e plataforma web: o objectivo é a avaliação das medidas de adaptação necessárias. (Em desenvolvimento)
Recursos educativos	-Projecto Cupadapt. Disponível em: http://cypadapt.uest.gr/
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environment.nsf/index_gr/index_gr?opendocument Submetida em 2014

Croácia

Estratégia Adaptação Nacional	Prevê a apreciação dos impactes das alterações climáticas nos sectores vulneráveis, com base em modelos climáticos, bem como avaliação das medidas de adaptação a ser implementadas. (Em desenvolvimento)
Planos de Acção	Em desenvolvimento
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	<p>- “A Climate for Change: Alterações climáticas e os seus impactes na sociedade e economia da Croácia”: explica e quantifica os prejuízos em diversos sectores da economia da Croácia ao longo dos últimos anos, resultantes das alterações climáticas. Disponível em: http://www.hr.undp.org/content/croatia/en/home/library/environment_energyc/climate_change.html Publicado em 2008</p> <p>-Relatório síntese “Regional Climate, Vulnerability assessment”: fornece uma visão geral das medidas de adaptação a implementar. Disponível em: http://www.redcross.eu/en/upload/documents/pdf/2012/Climate_Change/regional_cva_synthesis_report_final.pdf Publicado em 2012</p>
Programas de investigação	- Programa Operacional- Competitividade e Coesão (Em desenvolvimento)
Serviços Climáticos: Projeções e Observação	- Serviço Meteorológico e Hidrológico. Disponível em: http://meteo.hr/
Plataforma de Adaptação	Disponível em: http://mzoip.hr/hr/klima/prilagodba-klimatskim-promjenama.html
Monitorização, indicadores e metodologias	- Agência Croata do Ambiente- Lista nacional de indicadores das alterações climáticas. Disponível em: http://www.azo.hr/Indicators03
Recursos Educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/application/pdf/hr_v_nc6.pdf Submetida em 2014

Dinamarca

Estratégia de Adaptação Nacional	Disponível em: http://www.efkm.dk/Documents/Klima-%20og%20Energipolitik/klimatilpasningsstrategi_UK_web.pdf Adoptada em 2008
Planos de Acção	- “How to manage cloudburst and rain water- Action plan for a climate-proof Denmark”: o objectivo deste plano é fornecer uma visão pelas iniciativas que o governo tem, planeia ou já colocou em prática para garantir a adaptação às alterações climáticas. Disponível em: http://en.klimatilpasning.dk/media/590075/action_plan.pdf Publicado em Dezembro de 2012
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	- “Mapping climate change- barriers and opportunities for action”: o objectivo deste relatório é o resumo dos impactes das alterações climáticas na Dinamarca, bem como o destaque das áreas mais problemáticas. Publicado em Maio 2012

Serviços Climáticos	- website: http://www.dmi.dk/vejrl/
Programas de investigação	- Website destinado a intercâmbio de notícias e informações entre instituições de investigação. Disponível em: http://dce.au.dk/aktuelt/nyheder/nyhed/artikel/hjemmeside-for-forskernetvaerk-for-klimaltilpasning/ Em desenvolvimento
Plataforma de adaptação	http://en.klimaltilpasning.dk/
Monitorização, indicadores e metodologias	Pode-se encontrar indicadores e monitorizações no site: http://en.klimaltilpasning.dk/ Em desenvolvimento
Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/nc6andbr1-dnk-2jan2013%5b1%5d.pdf Submetida em 2014

Eslováquia

Estratégia de Adaptação Nacional	- Estratégia de adaptação da República Eslovaca aos efeitos adversos das alterações climáticas: tem como objectivo avaliar os impactos das alterações climáticas. Disponível em: http://www.minzp.sk/files/oblasti/politika-zmeny-klimy/nas-sr-2014.pdf Adoptada em Março de 2014
Planos de Acção	Sem informações
Avaliação de impactos, vulnerabilidades e adaptação	- As consequências das alterações climáticas e medidas de adaptação em diferentes sectores: é um relatório com o objectivo de avaliar a vulnerabilidade em sectores como gestão da água, biodiversidade, saúde, agricultura, transportes, energia, turismo. Disponível em: http://www.shmu.sk/File/projekty/Zaverecna%20Sprava%20projektu%20Klim.%20zmena%20a%20Adaptacie%202012.pdf Publicado em Novembro de 2011
Serviços Climáticos	- Instituto Hidrometeorológico da Eslováquia: http://www.shmu.sk/
Programas de investigação	- SEERisk: o principal objectivo do projecto é melhorar a coerência e coexistência entre os riscos e a sua avaliação para o país a nível nacional e local, particularmente no caso de catástrofes associadas às alterações climáticas. Disponível em: http://www.shmu.sk/sk/?page=1893 As principais organizações envolvidas nos projectos de investigação na Eslováquia são a SHMU, a Universidade Comenius, a Academia Eslovaca de Ciências e institutos de pesquisa ligados a ministérios.
Plataforma de adaptação	Sem informações
Monitorização, indicadores e metodologias	- SHMU: é o subsistema de monitorização “meteorologia e climatologia” mais importante na monitorização
Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/svk_6nc_2013%5B1%5D.pdf Publicada em 2013

Eslovénia

Estratégia de Adaptação Nacional	- Projecto da Estratégia de Transição da Eslovénia para uma sociedade de baixo carbono até 2050: é um documento estratégico intersectorial que inclui medidas de adaptação. Contém estratégias para a mitigação e adaptação às alterações climáticas. Disponível em: http://www.arhiv.svps.gov.si/en/media_room/news/article/3/111/1066933639/index.html Publicado em 2011
Planos de Acção	- Plano de acção para 2010-2011 da estratégia nacional de adaptação para a silvicultura e agricultura: contém medidas para reduzir os riscos e danos na agricultura e silvicultura. Adoptado em 2010 e actualizado em 2011 - Plano de acção nacional para a adaptação às alterações climáticas (Em desenvolvimento)

Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	<p>-Avaliação dos impactes e vulnerabilidade da agricultura e silvicultura às alterações climáticas: esta avaliação serviu de base para a estratégia de adaptação para os sectores da agricultura e silvicultura. Disponível em: http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/ranljivost.pdf Publicado em 2004</p>
	<p>-Avaliação de riscos das alterações climáticas (CCRA): foi uma avaliação de riscos realizada a nível nacional para apoiar as políticas de adaptação às alterações climáticas, onde inclui todos os sectores. Está a decorrer um processo de consulta pública antes da sua publicação (Em desenvolvimento)</p>
	<p>-A variabilidade climática na Eslovénia e o seu impacte sobre o meio aquático: http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/publikacije/Okolje_se%20spreminja.pdf Publicado em 2010</p>
Serviços Climáticos	<p>-Serviço Nacional de Meteorologia da Eslovénia: http://meteo.arso.gov.si/met/en/</p>
Programas de investigação	<p>Há pouca pesquisa sobre a adaptação às alterações climáticas, sendo os principais órgãos responsáveis por esta temática a Agência de Investigação da Eslovénia e a Agência do Ambiente.</p>
Plataforma de adaptação	<p>-Agência Eslovénia do Ambiente: http://www.arso.gov.si/en/Climate%20change/ -Atlas do Ambiente: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arslo</p>
Monitorização, indicadores e metodologias	<p>-Indicadores climáticos na Eslovénia: http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=630</p>
Recursos educativos	<p>-Recomendações para reduzir a vulnerabilidade da produção agrícola perante a seca: http://www.mkgp.gov.si/si/delovna_podrocja/kmetijstvo/podnebne_spremembe_v_kmetijstvu/ - http://www.slovenija-co2.si/index.html</p>
Comunicação Nacional para a UNFCCC	<p>Disponível em: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/6nc-si_en_v.2.pdf Submetida em 2014</p>

Espanha

Estratégia de Adaptação Nacional	<p>-Plano Nacional de Adaptação Espanhol (PNACC): é o quadro de referência para o desenvolvimento de políticas de adaptação em Espanha. Promove a coordenação entre todas as administrações que lidam com a avaliação dos impactes, vulnerabilidade e adaptação às alterações climáticas. O objectivo do plano é divulgar a adaptação às alterações climáticas no planeamento e gestão dos sectores e sistemas vulneráveis em Espanha. Disponível em: http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/folleto_pnacc_ing_tcm7-197095.pdf Adoptado em Julho de 2006</p>
Planos de Acção	<p>-Plano nacional de adaptação às alterações climáticas- primeiro programa de trabalho: foi focado no desenvolvimento de um programa nacional sobre cenários das alterações climáticas e sobre a avaliação dos seus impactes e vulnerabilidade nos principais sectores: recursos hídricos; biodiversidade e áreas costeiras. Disponível em: http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/1_prog_trabajo_tcm7-197101.pdf Adoptado em 2006</p>
	<p>-Plano nacional de adaptação às alterações climáticas- segundo programa de trabalho: é uma continuação do primeiro programa de</p>

	<p>trabalhos e define metas adicionais para lidar com a adaptação às alterações climáticas com a avaliação de novos sectores. Disponível em: http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/2_prog_trabajo_tcm7-197100.pdf Adoptado em 2009</p> <p>-Plano nacional de adaptação às alterações climáticas- terceiro programa de trabalho 2014-2020: segue a mesma estrutura do segundo programa de trabalhos, incluindo outros sectores vulneráveis e territórios a serem avaliados como as ilhas e as zonas rurais e urbanas. Disponível em: http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/3PT-PNACC-enero-2014_tcm7-316456.pdf Publicado em 2014</p>
Avaliação de impactes, adaptação e vulnerabilidade	<p>-Avaliação preliminar dos impactes das alterações climáticas em Espanha: tem como objectivos determinar as alterações que ocorrerão ao longo do século XXI no clima de Espanha, como consequência do aquecimento global do planeta e como essas alterações podem afectar o meio ambiente natural e os seus recursos, os principais sectores de produção e a saúde humana. Disponível em: http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/eval_impactos_ing.aspx Publicado em 2005</p> <p>Desde o lançamento do PNACC foram publicadas muitas avaliações sectoriais sobre os impactes e vulnerabilidade às alterações climáticas. Como por exemplo no sector dos recursos hídricos: “Avaliação dos impactes das alterações climáticas nos recursos hídricos e cursos de água”, no sector da biodiversidade: “Monitorização da mudança global em parques nacionais” e “Avaliação dos impactes, vulnerabilidade e adaptação às alterações climáticas na biodiversidade espanhola”. No sector dos transportes foi produzido um relatório para divulgar a adaptação no planeamento das infra-estruturas: “Necessidade de adaptação às alterações climáticas da rede de infra-estruturas de transporte em Espanha”</p>
Serviços Climáticos	-Ministério da agricultura, alimentação e meio ambiente: http://www.aemet.es/es/eltiempo
Programas de investigação	Os principais programas que tratam do tema das alterações climáticas são: Estratégia espanhola para a ciência, tecnologia e informação (2013-2020) e o Plano estadual de investigação científica, técnica e inovação (2013-2016). Disponível em: http://www.idi.mineco.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.00d7c011ca2a3753222b7d1001432ea0/?vgnextoid=33881f4368aef110VgnVCM1000001034e20aRCRD
Plataforma de adaptação	<p>-Ministério da agricultura, alimentação e meio ambiente: http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/default.aspx</p> <p>-Adaptecca: plataforma de intercâmbio e consulta de informação sobre as alterações climáticas: http://www.adaptecca.es/</p>
Monitorização, indicadores e metodologias	<p>-Sistema de indicadores dos impactes, vulnerabilidade e adaptação às alterações climáticas em Espanha: tem por objectivo acompanhar e avaliar as alterações climáticas no sentido de orientar as entidades responsáveis pela actualização do plano nacional de adaptação às alterações climáticas. Disponível em: http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/sis_ind_imp_vul_adp_cc_esp.aspx</p> <p>-Projeções climáticas: http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat</p>
Recursos educativos	-Respostas da comunicação e educação às alterações climáticas. Disponível em:

	http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/recursos/documentos/s-cambio-climatico.aspx
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/Sexta Comunicaci%C3%B3n tem7-336623.pdf Submetida em 2014

Estónia

Estratégia de Adaptação Nacional	- Estratégia Ambiental da Estónia: “Estónia Sustentável 21” : tem como objectivo identificar as tendências climáticas bem como avaliar as alterações climáticas no campo económico e social. Disponível em: http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/ks_loplil_riigikokku.pdf (Em preparação)
Planos de Acção	- Plano de acção Ambiental da Estónia para 2007-2013 : visa avaliar as medidas definidas na estratégia. Disponível em: http://www.envir.ee/sites/default/files/ktk_2007-2013_lopparuanne.pdf Revisto em Abril de 2010
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	- “Developing Policies & Adaptation Strategies to Climate Change in the Baltic Sea Region” (ASTRA) : avalia os impactes regionais das alterações climáticas. Tem por objectivo desenvolver estratégias de adaptação adequadas às alterações climáticas em coordenação com planeadores e órgãos responsáveis pela tomada de decisões. Disponível em: http://www.astra-project.org/ Terminou em Dezembro 2007 - “Baltadapt” : tem como objectivo desenvolver uma estratégia de adaptação para a região do Mar Báltico. Analisa o estado do conhecimento sobre as alterações climáticas na região, identifica informações necessárias para a concepção de medidas de adaptação adequadas e analisa o impacto das alterações climáticas. Desenvolvido de 2007-2013 - BaltCICA Project : avaliação de impactes, adaptação e custos na região do Mar Báltico. Disponível em: http://www.baltcica.org/ Desenvolvido de Fevereiro de 2009-Janeiro 2012
Serviços Climáticos	- Estonian Meteorological and Hydrological Institute : http://www.ilmateenistus.ee/ - Live on-line Sea Level Information System : http://on-line.msi.ttu.ee/kaart.php
Programas de investigação	Em desenvolvimento
Plataforma de adaptação	Em desenvolvimento
Monitorização, indicadores e metodologias	Em desenvolvimento
Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://unfccc.int/resource/docs/natc/est_nc5.pdf Submetida em 2010

Finlândia

Estratégia de Adaptação Nacional	- Plano Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas : o objectivo do plano é permitir à sociedade finlandesa a capacidade de gestão dos riscos associados às alterações climáticas e permitir uma fácil adaptação. Disponível em: http://www.mmm.fi/attachments/vesivarat/Fc3ezODON/mmm_ilmastonmuutokset_eng_A4_v3.pdf Novembro 2014 - Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas : Publicado em 2005 e Revisto em 2014 fazendo parte do Plano Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas
Planos de Acção	- Plano de Acção para Adaptação às Alterações Climáticas do Ministério da Agricultura e Florestas 2011-2015 : tem como objectivo divulgar a adaptação às alterações climáticas no sector, bem como trazer para o nível prático e concreto as medidas de adaptação apresentadas na

	<p>estratégia nacional e nas estratégias sectoriais. Disponível em: http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/sopeutuminen/644PAcUYV/Adaptation_action_plan_final_16_12_2011.pdf Publicado em Abril de 2011</p> <p>-Adaptação às Alterações Climáticas no sector administrativo do Ministério do Meio Ambiente- Plano de Acção para 2011-2012: tem como objectivo promover a cooperação na área de adaptação às alterações climáticas entre as partes interessadas da gestão ambiental. Publicado em 2008</p> <p>-Avaliação do programa de ajustamento do sector administrativo do Ministério do Meio Ambiente: o objectivo deste estudo é estabelecer a gestão ambiental do plano de acção, bem como produzir material para a estratégia de adaptação. Publicado em 2013</p> <p>- Programa da Política Climática para o Ministério dos Transportes e Comunicações: 2009-2020: o objectivo é a prevenção da adaptação às alterações climáticas para o sector dos transportes e infra-estruturas de comunicação, de modo a manter estes serviços em segurança. Disponível em: https://www.lvm.fi/docs/fi/440554_DLFE-8040.pdf Publicado em 2009</p> <p>-A estratégia de adaptação às alterações climáticas para a área metropolitana de Helsínquia: é uma compilação de directrizes políticas de modo a facilitar a adaptação da área metropolitana aos impactes das alterações climáticas e eventos extremos, e reduzir a vulnerabilidade da região. Disponível em: http://ilmastotyokalut.fi/files/2014/10/11_2012_Helsinki_Metropolitan_Area_Climate_Change_Adaptation_Strategy.pdf Publicado em Abril de 2012</p> <p>- Programa climático para a agricultura da Finlândia- medidas para uma alimentação amiga do ambiente: apresenta medidas para facilitar a adaptação da produção e consumo de alimentos às alterações climáticas e/ou atenuar as alterações. Disponível em: http://www.mmm.fi/attachments/ruoka/kySsm3wWR/Climate_programm_e_agriculture_web.pdf Publicado em 2014</p>
	<p>-Avaliação da vulnerabilidade dos ecossistemas às alterações climáticas, impactes e adaptação (VACCIA). Disponível em: http://www.syke.fi/projects/vaccia;</p> <p>-Alterações Climáticas: avaliação regional de vulnerabilidade e capacidade de adaptação para os países nórdicos (CARAVAN), onde foi desenvolvida uma ferramenta on-line. Disponível em: http://www.iav-mapping.net/CARAVAN/CARAVAN.html</p> <p>-Avaliação da capacidade de adaptação do ambiente e sociedade perante as alterações climáticas (FINADAPT). Disponível em: http://www.syke.fi/projects/finadapt</p> <p>-Avaliação baseada em mapas de vulnerabilidade às alterações climáticas, recorrendo a indicadores regionais (MAVERIC). Disponível em: http://www.syke.fi/projects/maveric</p>
	<p>-Instituto de Meteorologia: http://en.ilmatieteenlaitos.fi/climate-service-centre;</p> <p>-Instituto do Ambiente (SYKE): http://www.environment.fi/en-US/Waters/Floods/Flood_risk_management/Flood_risk_management_planning</p>
	<p>-Programa de Investigação de Adaptação às Alterações Climáticas (ISTO): foi lançado como parte da implementação da estratégia de adaptação com o objectivo de produzir informação de modo a facilitar o planeamento de medidas de adaptação práticas. Disponível em: http://www.mmm.fi/en/index/frontpage/climate_change_energy/adaption/adaptation_research.html 2006-2010</p> <p>-Programa de Investigação sobre Alterações Climáticas (FICCA): o</p>
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	
Serviços Climáticos	
Programas de investigação	

	<p>programa tem o objectivo de estudar as alterações climáticas e os seus efeitos. Disponível em: http://www.aka.fi/en/research-and-science-policy/academy-programmes/current-programmes/ficca/</p> <p>-“Funcionamento dos ecossistemas florestais e o uso de recursos florestais nas alterações climáticas (ML)”: tem como objectivo a produção de informações sobre os impactes das alterações climáticas nos ecossistemas florestais. Disponível em: http://www.metla.fi/ohjelma/mil/index-en.htm 2007-2012</p> <p>-“Gestão antecipada do tempo a curto prazo, riscos económicos e climáticos”- (ELASTINEN) 2015-2016</p>
Plataforma de adaptação	<p>- Website geral: http://ilmasto-opas.fi/en/</p> <p>-Instituto Finlandês de Meteorologia: http://en.ilmatieteenlaitos.fi/climate-service-centre</p> <p>-Ministério da Agricultura e Florestas: http://www.mmm.fi/en/index/frontpage/climate_change_energy.html</p> <p>-Instituto Finlandês do Ambiente (SYKE): http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=11776&lan=en</p>
Monitorização, indicadores e metodologias	<p>-Avaliação da implementação da estratégia nacional de adaptação às alterações climáticas: http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/julkaisusarja/2009/5IEsn_gZYQ/Adaptation_Strategy_evaluation.pdf Publicada em 2009</p> <p>-Avaliação da estratégia nacional de adaptação às alterações climáticas: http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2013/6MoQ7USVg/Ilmastonmuutoksen_kansallisen_sopeutumisstrategian_2005_arviointi.PDF Publicado em 2013</p>
Recursos educativos	<p>-Instituto Finlandês de meteorologia e serviços de clima: http://en.ilmatieteenlaitos.fi/climate-service-centre</p> <p>-Website Climateguide: http://ilmasto-opas.fi/en/</p> <p>-Painel Climático da Finlândia: http://www.ilmastopaneeli.fi/fi/english/</p> <p>-Centro de previsão de inundações: http://ilmatieteenlaitos.fi/tulvakeskus</p>
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://www.stat.fi/tup/khkinv/fi_nc6.pdf Submetida em 2014

França

Estratégia de Adaptação Nacional	<p>-Estratégia de Adaptação Nacional: foram realizados estudos de vulnerabilidade e adaptação para implementar políticas de adaptação. Disponível em: http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Strategie_Nationale_2-17_Mo-2-2.pdf Adoptada em 2006</p>
Planos de Acção	<p>-Plano Nacional de Adaptação: inclui medidas de mitigação e de adaptação que abrangem 20 sectores. Disponível em: http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ONERC-PNACC-complet.pdf Adoptado em 2011 e revisto em 2013</p>
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	<p>-“Impactes das alterações climáticas, os custos dos danos e medidas de adaptação” http://www.developpement-durable.gouv.fr/Rapport-du-groupe-de-travail_10875.html Publicado em 2008</p> <p>-Relatório “Alterações Climáticas-Custos dos impactes e medidas de adaptação”: http://www.developpement-durable.gouv.fr/Rapport-de-l-ONERC-no3.html Publicado em Novembro 2009</p> <p>-DATAR: Delegação Interministerial de Planeamento do Território e da Atractividade Regional: http://www.datar.gouv.fr/</p>
Serviços Climáticos	- Instituto de Meteorologia : http://www.meteofrance.com/climat/france

	<p>-Drias- Projecções Climáticas para a Adaptação da Sociedade: http://www.drias-climat.fr/</p> <p>-AllEnvi- Aliança nacional de pesquisa para o ambiente: http://www.allenvi.fr/</p>
Programas de investigação	<p>- GICC- Programa de Gestão e Impactes das Alterações Climáticas: os objectivos são o desenvolvimento de conhecimentos científicos sobre as alterações climáticas. Disponível em: http://www.gip-ecofor.org/gicc/</p> <p>-Agência Nacional de Investigação: http://www.agence-nationale-recherche.fr/</p>
Plataforma de adaptação	<p>-ONERC- Observatório Nacional dos Efeitos do Aquecimento Global: tem como missões principais recolher e divulgar informações sobre os riscos associados ao clima, formular recomendações sobre medidas de adaptação de forma limitar os impactes das alterações climáticas. Disponível em: http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Observatoire-National-sur-les-</p> <p>- Wiklimat: permite pesquisar e partilhar conhecimentos sobre as iniciativas francesas na temática de adaptação às alterações climáticas. Disponível em: http://wiklimat.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Portail:Wiklimat</p>
Monitorização, indicadores e metodologias	-ONERC
Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	<p>Disponível em: http://unfccc.int/files/national_reports/non-annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/english_abstract_6nc_fr%5B1%5D.pdf Submetida em 2014</p>

Grécia

Estratégia de Adaptação Nacional	Em desenvolvimento
Planos de Acção	<p>-Plano de Acção Nacional para o Combate à Desertificação: descreve as principais directrizes e mecanismos a seguir para lidar com os efeitos e perigos da desertificação. Disponível em: http://www.unccd.int/ActionProgrammes/greece-eng2001.pdf Publicado em Janeiro de 2001</p>
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	<p>-Comité de estudos para os impactes das alterações climáticas: tem por objectivo o estudo dos impactes ambientais, económicos e sociais das alterações climáticas na Grécia. Disponível em: http://www.bankofgreece.gr/Pages/en/klima/default.aspx Início em Março de 2009</p> <p>-Mayors-Adapt: visa aumentar o apoio às actividades locais e reforçar a consciência pública sobre a adaptação e medidas necessárias. Disponível em: http://mayors-adapt.eu/</p> <p>-AdaptFor: tem por objectivo promover a adaptação da gestão florestal às alterações climáticas. Disponível em: http://en.life-adaptfor.gr/ Início em Janeiro de 2010</p> <p>-OrientGate: visa a implementação de acções de adaptação às alterações climáticas em todo o Sudeste da Europa. Disponível em: http://www.orientgateproject.org/ Teve início em 2012</p> <p>-COASTGAP: Governança e políticas de adaptação para a Zona Costeira do Mediterrâneo. Disponível em: http://coastgap.facecoast.eu/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=8&Itemid=101</p> <p>-F:ACTS!- Formas de: Adaptação às Alterações Climáticas através de Estratégias Territoriais. Disponível em: http://www.factsproject.eu/home/Pages/default.aspx Janeiro 2010-Dezembro 2012</p>

	- ACT- Adapting to Climate Change in Time: tem o objectivo de demonstrar a possibilidade de desenvolver um plano de adaptação local que irá apoiar a previsão e mitigação dos impactes ambientais, sociais e económicos das alterações climáticas sobre os sectores mais vulneráveis das cidades europeias da bacia do mediterrâneo. Disponível em: http://www.actlife.eu
	- CC-WaterS: visa identificar e avaliar os impactes das alterações climáticas na disponibilidade e segurança do abastecimento público de água potável. Disponível em: http://climate-adapt.eea.europa.eu/projects?ace_project_id=88 Duração: Maio 2009-Abril 2014
	- RegioClima Project: o objectivo do projecto é melhorar a cooperação entre regiões da EU no sentido de evitar riscos e colhendo os benefícios de um clima em mudança. Disponível em: http://www.regioclimate.eu Outubro de 2008- Setembro 2011
Serviços Climáticos	- Centro de investigação de Física Atmosférica e Climatologia: http://www.academyofathens.gr/ecportal.asp?id=147&nt=109&lang=2 - Laboratório de Física Atmosférica da Universidade de Aristóteles de Salónica: é possível efectuar pesquisas sobre o trabalho desenvolvido neste laboratório, bem como informações sobre projectos desenvolvidos. Disponível em: http://lap.physics.auth.gr/ - Serviço Nacional de Meteorologia: http://www.hnms.gr/hnms/greek/index.html - Observatório Ambiental Navarino: dedicado à investigação e educação sobre o clima e ambiente da região do Mediterrâneo. Disponível em: http://www.navarinoneo.gr/index.php/en/
Programas de investigação	Em desenvolvimento
Plataforma de adaptação	- Ministério da Reconstrução da Produção, Meio Ambiente e Energia. Disponível em: http://www.ypeka.gr/
Monitorização, indicadores e metodologias	Em desenvolvimento
Recursos educativos	- Universidades - http://www.kpe.gr/climate_change_consequences/ - Portal educacional Do Ministério da Educação: http://www.kpe.gr/climate_change_consequences/
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/nc6_greece[1].pdf Submetida em 2014

Holanda

Estratégia de Adaptação Nacional	- Estratégia de Adaptação Nacional (2007): esta estratégia centra-se na adaptação e mitigação dos efeitos das alterações climáticas. Em 2016 esta estratégia será actualizada. Disponível em: https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2007/11/02/nationale-adaptatiestrategie-maak-ruimte-voor-klimaat-beleidsnotitie-pdf Adoptada em 2007
Planos de Acção	- Programa Delta 2015: é um programa de âmbito nacional cujo objectivo é proteger a Holanda das inundações e garantir o fornecimento adequado de água doce nas zonas urbanas resilientes. Disponível em: http://english.deltacommissaris.nl/delta-programme/contents/delta-programme-2016/delta-programme-2015
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	A avaliação da vulnerabilidade é realizada através de projectos europeus de investigação e estudos nacionais. Os projectos nacionais mais importantes e recentes incluem o “Programa Delta 2014”, os conselhos da Agência Avaliação Ambiental da Holanda (PBL) e o “Knowledge for Climate programme”. A PBL, uma organização financiada pelo governo relata a informação mais recente sobre as alterações climáticas e os seus impactes

	sobre a segurança de inundações, a disponibilidade de água doce e de qualidade, natureza, agricultura, saúde humana e do turismo. O “Knowledge for Climate programme” fez, em 2014, uma avaliação dos riscos e oportunidades que surgem das alterações climáticas para os temas individuais da estratégia nacional de adaptação.
Serviços Climáticos	-Instituto Meteorológico da Holanda: http://www.sciamachy-validation.org/
Programas de investigação	-Knowledge for Climate programme”: desde 2007 é o principal programa de pesquisa para o desenvolvimento de conhecimentos e serviços que torna possível a adaptação da Holanda às alterações climáticas. Disponível em: http://klimaatonderzoeknederland.nl/ Início em 2007
Plataforma de adaptação	-Spatial Adaptation Knowledge Portal: http://www.ruimtelijkeadaptatie.nl/en/ -Delta Portal: http://www.deltaportaal.nl/map/
Monitorização, indicadores e metodologias	-The Netherlands National Climate Research: Monitoring: este relatório faz uma avaliação das alterações climáticas no país, bem como faz recomendações de medidas de adaptação. Disponível em: http://www.pbl.nl/en/publications/2009/Climate-change-monitoring-in-the-Netherlands -Avaliação Nacional de Risco: este processo de investigação pretende identificar e descrever as possíveis ameaças para a Holanda, as suas consequências e possíveis medidas de mitigação. Disponível em: https://www.nctv.nl/onderwerpen/nv/strategie-nationale-veiligheid/
Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/the_netherlands_nc6%5b1%5d.pdf Submetida em 2014

Hungria

Estratégia de Adaptação Nacional	-Estratégia Nacional para as Alterações Climáticas 2008-2025: contém um capítulo sobre a mitigação e adaptação e identifica os objectivos e acções chave a serem implementadas para o período 2008-2025. Disponível em: http://klima.kvvm.hu/documents/14/National_Climate_Change_Strategy_of_Hungary_2008.pdf Aprovado em 2008
Planos de Acção	-Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC). Aprovado em 2009 e revisto em 2011 -Programa Nacional do Meio Ambiente 2009-2014: aborda as questões de mitigação e adaptação às alterações climáticas. Disponível em: http://ftvktvf.zoldhatosag.hu/files/nkp/2009-2014_NKP_hatarozat.pdf Aprovado em 2009
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	-VAHAVA: Alterações climáticas na Hungria- Mitigação dos perigos e preparação para os impactes: tem por objectivo a consolidação da base científica para a elaboração de políticas no contexto do risco das alterações climáticas. Disponível em: http://www.vahavahalozat.hu/files/vahava-2010-12-korrigalt-2.pdf Relatório publicado em 2010
Serviços Climáticos	-NAGIS -Serviço de Meteorologia da Hungria
Programas de investigação	-DMCSEE- Drought Management Center for Southeastern Europe: gestão de risco de seca, de modo a preparar e reduzir os impactes da seca. Disponível em: http://www.dmcsee.eu/ -ECCONET: é um projecto do 7º programa quadro. O projecto abrangeu o impacto das alterações climáticas nas vias marítimas e o estudo das medidas de adaptação. Disponível em: http://www.tmleuven.be/project/ecconet/home.htm Decorreu de 2010-2012

	<p>-CIRCLE-2: é uma rede europeia de instituições e países comprometidos a financiar pesquisas e compartilhar conhecimentos sobre a adaptação às alterações climáticas e à promoção da cooperação a longo prazo entre os programas nacionais e regionais sobre as alterações climáticas. Disponível em: http://www.circle-era.eu/np4/home.html Maio 2010-Abril 2014</p> <p>-COST ECHOES: Alterações climáticas esperadas e opções para a silvicultura europeia. Disponível em: http://docs.gip-ecofor.org/public/echoes/hungary.pdf Maio 2009</p>
Plataforma de adaptação	-KLÍMA POLITIKA: http://klima.kormany.hu/
Monitorização, indicadores e metodologias	-NAGIS (Em desenvolvimento)
Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Submetida em 2014

Irlanda

Estratégia de Adaptação Nacional	<p>-NCCAF- National Climate Change Adaptation Framework: Dividida em duas fases. A primeira tem como objectivo identificar os riscos das alterações climáticas e as vulnerabilidades do país a essas alterações. A segunda fase envolve o desenvolvimento e implementação de planos de adaptação sectoriais locais. Disponível em: http://www.environ.ie/en/Publications/Environment/ClimateChange/FileDownload,32076,en.pdf Publicada em Dezembro de 2012</p>
Planos de Acção	Estão em desenvolvimento planos de adaptação sectoriais
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	A pesquisa sobre os impactes e adaptação das alterações climáticas é principalmente apoiada pela Agência de Protecção Ambiental (www.epa.ie) através do seu programa de investigação. O objectivo é apoiar e informar o planeamento da adaptação a nível nacional.
Serviços Climáticos	-Serviço Meteorológico: http://www.met.ie/
Programas de investigação	-Climate Pillar da Agência de Protecção Ambiental: baseia-se em 4 áreas temáticas de investigação- Observações, monitorização e análise; Modelação do clima futuro; Impactes, riscos e avaliação de vulnerabilidade; Informações sobre adaptação. Disponível em: http://www.epa.ie/#&panel1-4
Plataforma de adaptação	-Climate Ireland: http://www.climateireland.ie/
Monitorização, indicadores e metodologias	- www.epa.ie
Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/nc6_br1_ire.pdf Submetida em 2014

Islândia

Estratégia de Adaptação Nacional	Sem informações
Planos de Acção	
Serviços Climáticos	
Programas de investigação	
Plataforma de adaptação	
Monitorização, indicadores e metodologias	
Recursos educativos	
Comunicação Nacional para a UNFCCC	

Itália

Estratégia de Adaptação Nacional	Estratégia Nacional de Adaptação: tem como objectivo fornecer uma visão nacional para um quadro de adaptação, identificando sectores nacionais relevantes e propondo um conjunto de medidas de adaptação para esses sectores seguindo os princípios gerais apresentados na
----------------------------------	--

	estratégia de adaptação da EU. Disponível em: http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/clima/strategia_adattamentoCC.pdf O processo começou em 2013 e foi aprovado em Junho de 2015
Planos de Acção	Em desenvolvimento
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	-Avaliação Nacional de Vulnerabilidade: “Relatório sobre o estado do conhecimento científico em relação aos impactes, vulnerabilidade e adaptação às alterações climáticas na Itália” Disponível em: http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/clima/snacc_2014_rapporto_stato_conoscenze.pdf Publicado em 2014
Serviços Climáticos	-CNMCA: Serviço meteorológico de aeronáutica militar -CMCC: Centro Euro-Mediterrâneo das Alterações Climáticas. Disponível em: http://www.cmcc.it/
Programas de investigação	O Programa Nacional de Investigação foi implementado através de diversos programas de financiamento nacionais promovidos e geridos pelo MIUR- Ministero dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca. Alguns exemplos de projectos de investigação são: CIRCLE Project- alterações climáticas e pesquisa de impactes: o meio ambiente Mediterrânico (2008-2011) ; BASE Project- estratégias de adaptação climática para uma Europa sustentável (2012-2016); AgroScenari Program- cenários de adaptação às alterações climáticas para a agricultura na Itália (2008-2012); STRADA- estratégias de adaptação às alterações climáticas para a gestão dos riscos naturais nas áreas transfronteiriças (2010-2013)
Plataforma de adaptação	http://www.minambiente.it/pagina/adattamento-ai-cambiamenti-climatici-0
Monitorização, indicadores e metodologias	-ISPRA-Banche Dati: visa facilitar o acesso às bases de dados sobre o ambiente. Disponível em: http://www.isprambiente.gov.it/it/banche-dati
	-LTER-Italia: <i>Long Term Ecological Research</i> é uma rede de locais terrestres, de água doce e águas marinhas de transição, que estuda entre outros, ecossistemas, a sua dinâmica e evolução, a relação entre biodiversidade e função ecológica. Disponível: http://www.lteritalia.it/it
	-Plaris-IRPI-CNR: “ <i>Popolazione a Rischio da Frana e da Inondazione in Italia</i> ”, realiza trabalhos de investigação e desenvolvimento tecnológico no domínio dos riscos naturais e protecção territorial, fornece aconselhamento científico e técnico ao governo e em particular, colabora na formação e divulgação da avaliação de riscos naturais e seus efeitos. Disponível em: http://polaris.irpi.cnr.it
	-Rendis-ISPRA: Directório Nacional de Intervenções para Protecção dos Solos. Disponível em: http://www.rendis.isprambiente.it/rendisweb/geo.jsp?id_reg=20
Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/ita_nc6_resubmission.pdf Submetida em 2014

Letónia

Estratégia de Adaptação Nacional	Em desenvolvimento
Planos de Acção	-BALTADAPT Estratégia de Adaptação às Alterações Climáticas na Região do Mar Báltico: o objectivo do projecto é formular uma proposta para a estratégia nacional e para o plano de acção com acções e orientações para a adaptação às alterações climáticas
	-BALTADAPT Action Plan: Acções e orientações propostas para a adaptação às alterações climáticas na região do Mar Báltico. O objectivo do plano é melhorar a capacidade de adaptação da região. Disponível em: http://www.cbss.org/wp-content/uploads/2015/06/BSR-Climate-Adaptation-Action-Plan.pdf
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e	-Desenvolvimento da proposta de estratégia nacional de adaptação,

adaptação	<p>incluindo a identificação de dados científicos, medidas de adaptação às alterações climáticas, impactes e estimativa de custos. Disponível em: http://www.vraa.gov.lv/uploads/Norvegis/info_proposal_for_national_adaptation_strategy_eea.doc.pdf Assinado em Junho de 2014</p> <p>-Análise dos impactes e vulnerabilidades de vários sectores às alterações climáticas. Disponível em: http://www.varam.gov.lv/lat/darbibas_veidi/Klimata_parmainas</p>
Serviços Climáticos	<p>-Baltic Earth- <i>Earth System Science for the Baltic Sea Region</i>. Disponível em: http://www.baltic-earth.eu/BACC2/index.html</p> <p>-Weather anomalies in Latvia- data and analysis by LEGMC: http://www.meteo.lv/lapas/noverojumi/meteorologija/laika-apstaklu-raksturojums/2014/gads/weather-anomalies-in-latvia-2014/weather-anomalies-in-latvia-2014?id=1996&nid=959</p> <p>-Air and climate change monitoring by LEGMC: http://meteo.lv/lapas/noverojumi/vides-monitoringa-pamatnostadnes-un-programma/vides-monitoringa-programma-2015-2020-gadam/vides-monitoringa-programma-2015-2020-gadam?id=2002&nid=968</p>
Programas de investigação	<p>-Programa de investigação nacional “Climate Change impact on water environment in Latvia”- KALME (2006-2009): tem como objectivo investigar a influencia das alterações climáticas nos lagos, rios e costas da Letónia e das zonas costeiras do Mar Báltico e elaborar propostas de adaptação e mitigação de impactes com base científica.</p> <p>-Programa de investigação nacional “Value of Latvian ecosystems and its Dynamics in the influence of climate- EVIDEnt” (2014-2017) http://vpp-evident.lv/index.php/en</p> <p>-Norwegian Financial Mechanism (NHM) project “increasing territorial development planning capacities of planning regions and local governments of Latvia and elaboration of development planning documents” (2013-2016) http://www.vraa.gov.lv/en/eea-norwegian/norwegian/</p>
Plataforma de adaptação	Sem informações
Monitorização, indicadores e metodologias	Sem informações
Recursos educativos	<p>-Universidade de Agricultura da Letónia: http://eng.llu.lv/</p> <p>-Riga Technical University: http://www.rtu.lv/en/</p> <p>-Faculdade de geografia e ciências da Terra da Universidade da Letónia: http://www.geo.lu.lv/eng/</p> <p>- Serviço de Resgate e incêndios: http://vugd.gov.lv/files/textdoc/buk_civ_aizsardziba.pdf</p>
Comunicação Nacional para a UNFCCC	<p>Disponível em: https://unfccc.int/files/national_reports/biennial_reports_and_iar/submitted_biennial_reports/application/pdf/lv_nc6_1br_2013_final%5b1%5d.pdf</p> <p>Submetida em Dezembro de 2013</p>

Liechtenstein

Estratégia de Adaptação Nacional	<p>Estratégia Nacional de Alterações Climáticas para o Principado do Liechtenstein: tem como objectivo satisfazer as obrigações decorrentes do Protocolo de Quioto em reduzir as emissões de gases com efeito de estufa. Disponível em: http://www.llv.li/files/au/pdf-llv-au-nationale_klimaschutzstrategie_07.pdf Aprovada em 2007</p>
Planos de Acção	<p>-Estratégia de Protecção do clima: Aprovada em 2007</p> <p>-Acordo bilateral entre o Principado do Liechtenstein e a Confederação Suíça sobre a tributação ambiental no âmbito do Principado de Liechtenstein. O acordo permite ao Liechtenstein implementar várias imposições ambientais da Suíça. Aprovado em 2009</p>

Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	Foram publicados vários relatórios para avaliar as alterações climáticas no principado. Disponível em: http://www.llv.li/#/11786/klimaberichte
Serviços Climáticos	Sem informações
Programas de investigação	Sem informações
Plataforma de adaptação	Sem informações
Monitorização, indicadores e metodologias	- http://www.klimacode.li/
Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://www.llv.li/#/12298/amt-fur-umwelt

Lituânia

Estratégia de Adaptação Nacional	-Estratégia para a Política Nacional de Gestão das Alterações Climáticas para 2013-2050: abrange políticas de adaptação e mitigação às alterações climáticas. Adoptada em Novembro 2012
Planos de Acção	-Plano de Acção interinstitucional para a implementação das metas e objectivos para o período 2013-2020 da Estratégia para a Política Nacional de Gestão das Alterações Climáticas. O plano contém medidas para os anos 2013-2016. Este plano, seguindo a metodologia do governo da Lituânia, é elaborado para o período de três anos e actualizado anualmente para a adição de mais um ano. Aprovado em Abril de 2013
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	-Estudo dos impactes das alterações climáticas nos ecossistemas terrestres, biodiversidade, recursos hídricos, agricultura e silvicultura e na saúde humana e do plano estratégico para a mitigação das consequências das alterações climáticas. Publicado em 2007 -Avaliação de Riscos Nacionais: avaliação de risco e vulnerabilidade às alterações climáticas no sector da saúde pública. O estudo identifica ameaças das alterações climáticas para a saúde humana e realiza algumas recomendações. Disponível em: http://www.vpgt.lt/go.php/Nacionalin%C4%97%20rizikos%20analiz%C4%97611 Publicado em 2013
Serviços Climáticos	-Serviço de meteorologia: http://www.meteo.lt/
Programas de investigação	-“National science programme: ecosystems “Lithuanian ecosystems: Climate change and human impact”: o objectivo é o conhecimento dos impactes das alterações climáticas e a sua adaptação. Disponível em: http://www.lmt.lt/lt/mkf/nmp/lek.html -National science programme: energy “Future Energy”: o programa foi criado com o objectivo de resolver problemas científicos de segurança energética da Lituânia. Disponível em: http://www.lmt.lt/lt/mkf/nmp/ate.html 2010-2014 -National science programme: agro, forest and water “Sustainability of agro, forest and water ecosystems” Disponível em: http://www.lmt.lt/lt/mkf/nmp/tvarumas.html 2015-2021 Os principais centros de pesquisa na área das alterações climáticas são o Centro de Investigação Marinha do Ministério do Ambiente da República da Lituânia, o Instituto de Ecologia do Centro de Investigação da Natureza, Centro de Investigação da Natureza, Vilnius University, entre outros.
Plataforma de adaptação	-Ministério do Ambiente da República da Lituânia: http://www.am.lt/VI/index.php#/1581 -Website sobre adaptação a ser desenvolvido de acordo com o plano de acção para o período 2013-2020
Monitorização, indicadores e metodologias	-Plano de Acção interinstitucional para a implementação das metas e objectivos para o período 2013-2020 da Estratégia para a Política Nacional de Gestão das Alterações Climáticas. Disponível em: http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=480411&p_tr2=2
Recursos educativos	Os actos jurídicos, relatórios e outras informações relacionadas com o

	tema das alterações climáticas estão disponíveis nos portais de internet do Ministério do Meio Ambiente da República da Lituânia (www.am.lt), da Agência de Protecção Ambiental (http://klimatas.gamta.lt/cms/index), do Serviço Hidrometeorológico Lituano (http://www.meteo.lt/klim_kaita.php) e do Fundo de Investimento para o Ambiente Lituano (www.laif.lt). Todos os actos jurídicos são colocados no site do Parlamento da República da Lituânia (www.lrs.lt). Informações sobre a adaptação da Lituânia à política de alterações climáticas e sua implementação são colocadas na Comissão Europeia " CLIMATE-ADAPT portal: http://climate-adapt.eea.europa.eu/web/guest/countries/lithuania .
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/lithuania_6_nc_1br_unfccc_v_0.1%5b1%5d.pdf Submetida em 2014

Luxemburgo

Estratégia de Adaptação Nacional	Sem informações
Planos de Acção	
Serviços Climáticos	
Programas de investigação	
Plataforma de adaptação	
Monitorização, indicadores e metodologias	
Recursos educativos	
Comunicação Nacional para a UNFCCC	

Malta

Estratégia de Adaptação Nacional	Estratégia Nacional de Adaptação: Procura identificar recomendações para vários sectores vulneráveis às alterações climáticas, tais como água, agricultura, infra-estruturas, construção, saúde humana e turismo. Aborda também os impactos financeiros, bem como questões ligadas à sustentabilidade. Disponível em: http://environment.gov.mt/en/Pages/Downloads.aspx Adoptada em Maio de 2012
Planos de Acção	<p>-Documento de orientação-Conservação de combustíveis, energia e recursos naturais: Requisitos mínimos para o desempenho energético dos regulamentos de construção. Publicado em 2006</p> <p>-Plano de gestão das águas das ilhas de Malta: o documento descreve as principais questões para a gestão dos recursos hídricos nas ilhas de Malta e propõe acções e medidas necessárias para lidar com essas questões. Publicado em 2011</p> <p>-Estratégia Nacional e Plano de Acção da Biodiversidade de Malta (2012-2020): tem como objectivo o reconhecimento da importância da biodiversidade para o benefício das gerações presentes e futuras. Disponível em: https://www.cbd.int/doc/world/mt/mt-nbsap-01-en.pdf</p> <p>-Estratégia de desenvolvimento sustentável para as ilhas de Malta (2007-2016): tem como objectivo o desenvolvimento das políticas e planos sectoriais para assegurar o desenvolvimento económico e ao mesmo tempo proteger os recursos base e o meio ambiente em benefício de gerações futuras. Disponível em: https://www.um.edu.mt/_data/assets/pdf_file/0003/64812/SD_Strategy_2006.pdf Adoptado em Dezembro de 2006</p>
Avaliação de impactos, vulnerabilidades e adaptação	- Avaliação preliminar do risco de inundação: o objectivo é identificar as áreas onde os riscos associados a inundação possam ser significativos. Disponível em: http://www.preventionweb.net/files/33946_33946preliminaryfloodriskasse

	ssment.pdf Publicado em Maio 2013
Serviços Climáticos	<p>-Serviço meteorológico do aeroporto de Malta: http://weather.maltairport.com/en/weather-services.htm</p> <p>-Grupo de pesquisa climática da Universidade de Malta: http://www.um.edu.mt/science/physics/climate</p>
Programas de investigação	<p>A política de investigação de Malta é da responsabilidade do Conselho de Malta para a Ciência e Tecnologia bem como do Ministério da Educação. Estes órgãos são responsáveis pelo financiamento da investigação e pelas bolsas de estudo.</p> <p>-Estratégia Nacional de Pesquisa e Inovação 2020-Projecto para consulta pública, Conselho de Malta para a Ciência e Tecnologia: tem o objectivo de desenvolver a área das alterações climáticas. Disponível em: http://www.um.edu.mt/research Publicado em Junho de 2014</p>
Plataforma de adaptação	Sem informações
Monitorização, indicadores e metodologias	-Política Nacional do Meio Ambiente de Malta (NEP): realizou a monitorização da estratégia de adaptação nacional às alterações climáticas nas secções relacionadas com o tema. Maio 2012
Recursos educativos	<p>-Catch the Drop (EkoSkola Malta): http://www.ekoskola.org.mt/resource/catch-the-drop-campaign-mrra/ Campanha lançada em Fevereiro de 2011</p>
Comunicação Nacional para a UNFCCC	<p>Disponível em: https://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/mlt_nc3,4,5,6.pdf Submetida em Abril de 2014</p>

Noruega

Estratégia de Adaptação Nacional	<p>-5 year work programme: foi um primeiro programa lançado pelo governo da Noruega com foco em actividade de capacitação para a adaptação aos níveis administrativos sectoriais. Disponível em: https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/MD/Vedlegg/Klima/Klimatilpasning/Klimatilpasning_redegjorelse150508.pdf Lançado em 2008</p> <p>-White Paper: define políticas e orientações nacionais para a adaptação da Noruega, representando assim a estratégia nacional da Noruega para a adaptação às alterações climáticas. Adoptado em 2013</p>
Planos de Acção	Sem informações
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	<p>-Relatório norueguês de adaptação às alterações climáticas: é um relatório sobre a vulnerabilidade aos impactes das alterações climáticas na Noruega. Disponível em: https://www.regjeringen.no/en/aktuelt/vulnerability-to-the-impacts-of-climate-/id664929/ Apresentado em Novembro de 2010</p> <p>-Guia de adaptação às alterações climáticas: dirigido aos planeadores e responsáveis locais e regionais. Disponível em: http://www.miljodirektoratet.no/no/Klimatilpasning_Norge/Veileder-klimatilpasning/</p> <p>Os órgãos responsáveis pela avaliação de impactes, adaptação e vulnerabilidades são principalmente a Agência Norueguesa do Ambiente, o sítio Klimatipassning.no.</p>
Serviços Climáticos	<p>- Instituto Meteorológico Norueguês: http://met.no/English/</p> <p>-Serviço de clima Norueguês: https://klimaservicesenter.no/</p>
Programas de investigação	<p>-Alterações climáticas na Noruega e os seus impactes: KLIMAFORSK: visa aumentar o conhecimento essencial sobre o clima para o benefício da sociedade. Disponível em: http://www.forskingsradet.no/prognett-klimaforsk/Forside/1253987906539</p>
Plataforma de adaptação	-Programa Norueguês de Adaptação às Alterações Climáticas: http://www.miljodirektoratet.no/no/klimatilpasning_Norge/
Monitorização, indicadores e metodologias	Sem informações

Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/Norways-sixth-National-Communication-under-the-Framework-Convention-on-Climate-Change/id752820/ Submetida em 2014

Polónia

Estratégia de Adaptação Nacional	-Estratégia Nacional de Adaptação (SAP): prevê a documentação das alterações climáticas actuais e o desenvolvimento de futuros cenários para o país até ao final do século XXI; a determinação dos impactes das alterações no sector socioeconómico; avaliações de vulnerabilidade nos sectores da economia e a criação de medidas de adaptação; a integração do programa de adaptação nas políticas sectoriais. Disponível em: http://klimada.mos.gov.pl/wp-content/uploads/2013/10/SPA2020.pdf Adoptada em Outubro de 2013
Planos de Acção	Em desenvolvimento
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	http://www.brzegmorski.pl/strona_glowna/ http://www.ios.edu.pl/eng/welcome.html
Serviços Climáticos	-Instituto de meteorologia e gestão de águas: http://www.imgw.pl/
Programas de investigação	-Instituto nacional de pesquisas: http://www.opi.org.pl/
Plataforma de adaptação	http://klimada.mos.gov.pl/
Monitorização, indicadores e metodologias	-Sistema de monitorização de seca agrícola: http://www.susza.iung.pulawy.pl/ Em desenvolvimento
Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://unfccc.int/resource/docs/natc/pol_nc5.pdf Submetida em 2010

Portugal

Estratégia de Adaptação Nacional	-Quadro Estratégico da Política Climática (QEPIC): estabelece a visão e os objectivos da política climática nacional, reforçando o compromisso de desenvolver uma economia competitiva, flexível e de baixo carbono. O QEPIC inclui o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC 2020/2030), abordando as metas de mitigação e acção e a segunda fase da Estratégia Nacional de Adaptação (ENAAC 2020). Disponível em: http://sniamb.apambiente.pt/infos/geoportaldocs/Consulta_Publica/DOCS_QEPIC/150515_QEPIC_Consulta_Publica.pdf Adoptado em Julho de 2015
	-Estratégia Nacional de Adaptação às alterações climáticas: dividida em duas fases. A primeira fase teve como um dos principais resultados, um relatório de progresso que destacou o trabalho realizado pelos diferentes grupos sectoriais, identificando as principais vulnerabilidades e as propostas de medidas de adaptação para a maioria dos casos. A segunda fase da ENAAC centra-se numa melhor articulação entre os domínios (principalmente os transversais) e sobre a implementação de medidas de adaptação, juntamente com a integração nas políticas sectoriais. Disponível em: http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=118&sub3ref=391 Primeira fase começou em 2010
	-Estratégia para Alterações Climáticas: Açores. Disponível em: http://servicos-sraa.azores.gov.pt/grastore/SRAM/Resolu%C3%A7ao%20-%20estrat%C3%A9gia%20para%20as%20altera%C3%A7%C3%B5es%20clim%C3%A1ticas.pdf
	-Estratégia CLIMA-Madeira Disponível em: http://clima-madeira.pt/uploads/public/estr_clima_web.pdf
Planos de Acção	Sem informações
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	-Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures (SIAM): o projecto SIAM teve como objectivo a realização da

	<p>primeira avaliação integrada dos impactes e medidas de adaptação às alterações climáticas em Portugal Continental no século XXI. Disponível em: http://www.siam.fc.ul.pt/ Lançado em Outubro de 2001</p> <p>-ImpactE- Impactes na saúde em Portugal de eventos extremos: passado, presente e futuro: é um projecto de investigação cujo foco é a avaliação da vulnerabilidade, passada e presente, da saúde das populações quando associada a eventos extremos. Disponível em: http://www.siam.fc.ul.pt/ImpactE/index.php</p> <p>-Relatório de Progresso da ENAAC: compila os impactes e vulnerabilidades dos sectores, as barreiras para a adaptação e a proposta e medidas de adaptação. Realizado em 2013</p>
Serviços Climáticos	<p>-Monitorização do clima: Instituto Português do Mar e da Atmosfera: http://www.ipma.pt/en/oclima/monitorizacao/</p> <p>-Risco de Incêndio: http://www.ipma.pt/en/ambiente/risco.incendio/index.jsp</p> <p>-Extremos climáticos: http://www.ipma.pt/en/oclima/extremos.clima/</p> <p>-Normais climatológicas: http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/</p> <p>-Reservatórios de armazenamento: http://snirh.pt/index.php?idMain=1&idItem=1.3</p> <p>-Águas subterrâneas: http://snirh.pt/index.php?idMain=1&idItem=1.4&idSubItem=BOL</p>
Programas de investigação	Ao longo da última década, a agência de financiamento público português, a Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) tem lançado convites para a apresentação de propostas de investigação. A investigação sobre a adaptação às alterações climáticas foi recentemente ficada no CICLE-2 do 7º programa-quadro.
Plataforma de adaptação	<p>APA Ambiente: http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=118&sub3ref=391</p>
Monitorização, indicadores e metodologias	<p>-Sistema Nacional de Informação Ambiental: SNIAmb</p> <p>-IPMA: instituto público responsável pela realização de observações para fins meteorológicos e climatológicos</p> <p>-Relatório do grupo de coordenação da ENAAC</p>
Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	<p>Disponível em: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/prt_6cn_2ressubmission_final.pdf Submetida em 2014</p>

Reino Unido

Estratégia de Adaptação Nacional	<p>-Reino Unido: “Climate Change Act 2008”: pretende definir metas até 2050 para a redução das emissões de gases com efeito estufa, estabelecer uma comissão para as alterações climáticas. Disponível em: http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/contents Publicado em 2008</p> <p>-País de Gales: “Climate change strategy for Wales”: define as acções para reduzir as emissões de gases de efeito de estufa e explica as acções para os impactes das alterações climáticas. Disponível em: http://gov.wales/topics/environmentcountryside/climatechange/publications/strategy/?lang=en Publicado em 2010</p>
Planos de Acção	<p>“Adapting to climate change: national adaptation programme”: define as medidas do governo, as empresas e a sociedade para as alterações climáticas. Disponível em: https://www.gov.uk/government/publications/adapting-to-climate-change-national-adaptation-programme Publicado em 2013</p> <p>“Climate ready Scotland Scottish climate change adaptation programme”: estabelece os objectivos, políticas e propostas para combater os impactes das alterações climáticas na Escócia. Disponível em: http://www.gov.scot/Publications/2014/05/4669 Publicado em 2014</p>

	<p>-“Adaptation Delivery Plan”: foi publicado juntamente com a estratégia para as alterações climáticas. Contem 24 acções para resistir aos impactes das alterações climáticas em Gales. Disponível em: http://gov.wales/topics/environmentcountryside/climatechange/preparing/?lang=en Publicado em Outubro de 2010</p> <p>-“Northern Ireland Climate Change Adaptation Programme”: define os objectivos estratégicos em relação à adaptação às alterações climáticas bem como propostas e políticas sectoriais. Disponível em: http://www.doeni.gov.uk/ni_climate_change_adaptation_programme_niap_-_pdf_for_web_page_-_jan_2014.pdf Publicado em Janeiro de 2014</p>
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	<p>- “CCRA”: identifica riscos e oportunidades das alterações climáticas para 2020,2050 e 2080 e três cenários de emissões. Publicado em 2012</p> <p>- “UK climate change risk assessment: Government report”: estabelece as principais prioridades para a adaptação no Reino Unido para 5 sectores e descreve o contexto políticos e as acções já em vigor para combater alguns riscos em cada sector. Disponível em: https://www.gov.uk/government/publications/uk-climate-change-risk-assessment-government-report Publicado em 2012</p>
Serviços Climáticos	- Met Office : http://www.metoffice.gov.uk/climate-guide
Programas de investigação	<p>- “Marine Climate Change Impacts Partnership”: reúne cientistas, agências governamentais e ONG’s de forma a produzir orientações sobre os impactes das alterações climáticas na costa e mares no Reino Unido. Disponível em: http://www.mccip.org.uk/</p> <p>- “ARCC”: pretende maximizar e acelerar os benefícios da pesquisa para suportar ambientes urbanos sustentáveis e sistemas nacionais de infra-estruturas. Disponível em: http://www.arcc-network.org.uk/about-arcc/#.Vhah_IVhBc</p> <p>- “LWEC- Living With Environmental Change”: tem como objectivo fornecer aos governos, empresas e sociedade, a visão e ferramentas para a adaptação e mitigação das alterações climáticas. Disponível em: http://www.nerc.ac.uk/research/partnerships/lwec/</p> <p>- “ClimateXChange- Scotland’s centre of expertise on climate change”: proporciona a pesquisa e análise com o objectivo de auxiliar o governo Escocês no desenvolvimento e implementação de medidas para a adaptação às alterações climáticas e para a transição para uma sociedade de baixo carbono. Disponível em: http://www.climateexchange.org.uk/</p> <p>- “Strategic Research programmes”: são programas com o objectivo de responder a questões transversais de diferentes sectores de forma a facilitar a colaboração entre disciplinas científicas e entre os principais órgãos de investigação. Entre estes programas encontram-se por exemplo: “Environmental Change Programme”; “Food, Land and People Programme”. Disponível em: http://www.gov.scot/Topics/Research/About/EBAR/StrategicResearch/future-research-strategy/Themes</p>
Plataforma de adaptação	<p>-Governo do Reino Unido: https://www.gov.uk/government/policies/climate-change-adaptation</p> <p>-The Welsh Government: http://gov.wales/topics/environmentcountryside/climatechange/?lang=en</p>
Monitorização, indicadores e metodologias	A monitorização é realizada em todo o governo para acompanhar com regularidade a execução do primeiro relatório do Plano Nacional de Adaptação, tendo, nomeadamente, a ASC obrigação legal de avaliar os progressos da implementação do Plano Nacional de Adaptação. Disponível em: https://www.theccc.org.uk/
Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/uk_6nc_and_br1_2013_final_web-access%5b1%5d.pdf

	Publicada em 2013
--	-------------------

República Checa

Estratégia de Adaptação Nacional	Completa e submetida em 2015
Planos de acção	Sem informações
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	- website com avaliação do clima. Disponível em: http://www.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_10_Zmena_klimatu/P4_1_10_1_Zakladni_informace&last=false
Programas de investigação	- ACTRIS-2 : programa no âmbito do projecto Horizon2020. Tem por base a observação de Aerossol, nuvens e gases - SP/1A6/151/07 : o objectivo era simular as mudanças numa bacia hidrográfica e definir as medidas de adaptação subsequentes; - SP/1A6/108/07 : o objectivo era observar e colectar dados para a modelação do clima, bem como especificar e actualizar cenários de alterações climáticas e impactes por todo o país - CzechGlobe : é o instituto público de pesquisa cujo objectivo é a pesquisa científica global sobre as questões das alterações e os seus impactes na atmosfera e sociedade humana
Serviços climáticos	- Website : http://www.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=en
Plataforma de adaptação	Sem informações
Monitorização, indicadores e metodologias	- ALADIN-clima/CZ : modelo climático regional para o período 1961-2100 - CLIDATA : base de dados que reúne dados climáticos de vários países. Disponível em: http://www.clidata.cz/en/events/index.html
Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/cze_nc6_resubmission.pdf Submetida em 2014

Roménia

Estratégia de Adaptação Nacional	- Estratégia Nacional para as Alterações Climáticas (2013-2020) : tem como objectivo proporcionar um quadro de acções e orientações que permite a cada sector desenvolver um plano de acção individual em conformidade com os princípios estratégicos nacionais. Disponível em: http://mmediu.ro/new/wp-content/uploads/2014/02/Strategia-Nationala-pe-Schimbari-Climatice-2013-2020.pdf Adoptada em Julho de 2013
Planos de Acção	Sem informações
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	- OrientGate : é um projecto coordenado pela Euro-Mediterranean Centre on Climate Change, cujo objectivo é comunicar os conhecimentos das alterações climáticas para benefício dos órgãos responsáveis como as autoridades de protecção da natureza, agências de desenvolvimento regionais e locais e das autoridades territoriais e de obras públicas. Disponível em: http://www.orientgateproject.org/ 07/2012-12/2014 - “Climate change adaptation strategy and action plan for Danube Delta region” : é um documento com o objectivo de facilitar a adaptação às alterações climáticas. Disponível em: http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/2_danube_delta_adaptation_strategy.pdf
Serviços Climáticos	http://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.833627 -Administração Nacional de meteorologia: http://www.meteoromania.ro/anm/?page_id=2893
Programas de investigação	- CLIMHYDEX- “changes in climate extremes and associated impact in hydrological events in Romania” : o objectivo deste projecto é melhorar o conhecimento na compreensão de mecanismos complexos que controlam a variabilidade dos extremos climáticos que ocorrem na Roménia de modo a estimar os riscos associados e quantificar os impactes

	das alterações climáticas no meio hidrológico. Disponível em: http://climhydex.meteoromania.ro/
Plataforma de adaptação	http://www.meteoromania.ro/anm/?page_id=2893
Monitorização, indicadores e metodologias	<p>-Guia de adaptação às alterações climáticas: tem o objectivo de analisar os impactes das alterações climáticas a nível nacional, regional e local e identificar medidas de resposta. Disponível em: http://lege5.ro/Gratuit/geymobrgi/ghidul-privind-adaptarea-la-efectele-schimbarilor-climatice-gasc-din-29092008?pid=&d=2008-10-20</p> <p>-Estratégia nacional para a redução dos efeitos da seca, prevenção e luta contra a desertificação e degradação. Disponível em: http://old.madr.ro/pages/strategie/strategie_antiseceta_update_09.05.2008.pdf Publicado em 2008</p>
Recursos educativos	-OrientGate
Comunicação Nacional para a UNFCCC	<p>Disponível em: https://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/6th_ncce_and_1st_br_of_romania%5b1%5d.pdf Publicada em 2013</p>

Suécia

Estratégia de Adaptação Nacional	<p>-Uma política climática e energética integrada: inclui os passos iniciais para a adaptação às alterações climáticas da sociedade sueca. Estabelece as bases para a identificação dos efeitos das alterações climáticas, avaliação de riscos e desenvolvimento e implementação de medidas de adaptação. Disponível em: http://www.regeringen.se/rattsdokument/proposition/2009/03/prop.-200809162/ Adoptado em 2009</p>
Planos de Acção	<p>Para consolidar a estratégia nacional com medidas específicas, os governos regionais adoptaram 21 planos de acção que cobrem a totalidade do país com cerca de 800 acções propostas, entre as quais se encontram a protecção contra inundações, protecção da água potável, protecção do litoral, de infra-estruturas, adaptação da agricultura. Está disponível uma visão geral dos 21 planos de acção. http://www.klimatanpassning.se/roller-och-ansvar/vem-har-ansvaret/regionala-handlingsplaner-for-klimatanpassning-1.77455</p>
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	<p>-“Enfrentar as alterações climáticas- ameaças e oportunidades”: é um relatório que cobre a vulnerabilidade da sociedade sueca às alterações globais do clima e os impactes regionais e locais dessas alterações, bem como uma avaliação dos custos que essas alterações podem ter. Disponível em: http://www.regeringen.se/rattsdokument/statens-offentliga-utredningar/2007/10/sou-200760-/ Publicado em 2007</p> <p>- “Adaptação às alterações climáticas na Suécia- visão geral”: compila as medidas propostas pelas agências para a adaptação climática. Disponível em: https://www.msb.se/Upload/Forebyggande/Naturolyckor_klimat/nationell_plattform/Rapport_Nat_sam_klimatanpass_atgarder_webb.pdf Publicado em 2007</p> <p>- “Checkpoint de 2015 para a adaptação às alterações climáticas”: tem a intenção de compilar o conhecimento sobre os riscos e as consequências actuais e futuras para a sociedade face às alterações climáticas. Inclui também um levantamento das medidas implantadas. Disponível em: http://www.smhi.se/tema/nationellt-kunskapscentrum-for-klimatanpassning/nyheter-fran-kunskapscentrumet/underlag-till-kontrollstation-2015-for-anpassning-till-ett-forandrat-klimat-1.79820 Publicado em 2015</p>
Serviços Climáticos	<p>-Cenários climáticos: http://www.smhi.se/klimatdata/framtidens-</p>

	klimat/klimatscenarier?sp=en#area=eur&dnr=0&sc=rcp85&seas=ar&var=t -Projeções climáticas e dados climáticos: http://www.smhi.se/forskning/forskningsomraden/klimatforskning/datalev/erans-scenariodata-1.1753 -Banco de dados do centro nacional de dados de conhecimento para a adaptação às alterações climáticas: http://www.smhi.se/tema/nationellt-kunskapscentrum-for-klimatanpassning/nyheter-fran-kunskapscentrumet/underlag-till-kontrollstation-2015-for-anpassning-till-ett-forandrat-klimat-1.79820
Programas de investigação	<p>Há uma ampla pesquisa na Suécia sobre a temática das alterações climáticas. Seguem-se exemplos dessa vasta investigação:</p> <p>- “Mistra Urban Futures”: os projectos centram-se sobre uma série de questões de desenvolvimento urbano, que contribuem com conhecimentos para promover a urbanização sustentável.</p> <p>- Mistra-SWECIA: é um programa interdisciplinar que cria novos conhecimentos e desenvolve novas investigações com base em decisões sobre a adaptação às alterações climáticas. O programa tem foca-se particularmente nos impactes das alterações climáticas nas florestas.</p> <p>- BECC: é um programa de pesquisa interdisciplinar com a colaboração das universidades de Lund e Gotemburgo sobre os impactes das alterações climáticas na biodiversidade e nos ecossistemas.</p>
Plataforma de adaptação	<p>-Portal nacional de adaptação às alterações climáticas: http://www.klimatanpassning.se/2.481/vem-har-ansvaret/lansvisa-klimat-och-sarbarhetsanalyser-1.25071</p> <p>Plataforma nacional para a redução do risco de desastres: https://www.msb.se/en/Prevention/Natural-Disaster-Risk-Reduction-in-Sweden/National-platform/</p>
Monitorização, indicadores e metodologias	<p>-Relatório de avaliação sobre a estratégia Sueca de adaptação às alterações climáticas: tem o objectivo de avaliar o processo de adaptação dos diferentes sectores e regiões e fornecer suporte para priorizar as acções mais urgentes. Apresentado em Março de 2015</p>
Recursos educativos	<p>-Instituto meteorológico e hidrológico da Suécia: http://www.smhi.se/en</p>
Comunicação Nacional para a UNFCCC	<p>Disponível em: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/swe_nc6_resubmission.pdf Submetido em 2014</p>

Suíça

Estratégia de Adaptação Nacional	<p>-Estratégia nacional de adaptação às alterações climáticas na Suíça: tem como objectivo permitir à Suíça aproveitar as oportunidades fornecidas pelas alterações climáticas, minimizar os riscos e aumentar a capacidade de adaptação dos seus sistemas. Disponível em: http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01673/index.html?lang=en Adoptada em 2012</p>
Planos de Acção	<p>-“Adaptação às alterações climáticas na Suíça- Plano de acção 2014-2019”: contem medidas de forma a permitir o aproveitamento de oportunidades geradas pelas alterações climáticas, de minimização de riscos e de capacitação de adaptação da sociedade, economia e meio ambiente. Disponível em: http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01762/index.html?lang=fr Aprovado em 2014</p>
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	<p>-“Alterações climáticas e a Suíça 2050”: descreve os possíveis impactes das alterações climáticas e as vulnerabilidades do ambiente, economia e sociedade na Suíça devido à emissão de gases de efeito de estufa, até 2050. Disponível em: http://www.proclim.ch/4dcgi/occc/en/Report?794 Publicado em 2007</p>

	-Avaliação de riscos e oportunidades relacionadas com as alterações climáticas: trata da avaliação integral e intersectorial de riscos e oportunidades relacionadas às alterações climáticas.
Serviços Climáticos	-Serviço de meteorologia e climatologia MeteoSwiss: http://www.meteoswiss.admin.ch/home.html?tab=overview
Programas de investigação	-Programa Nacional de Investigação “Gestão Sustentável das Águas” (NRP61): teve como objectivo o desenvolvimento de métodos de gestão sustentável dos recursos hídricos da Suíça. Disponível em: http://www.nfp61.ch/E/Pages/home.aspx Fase de investigação com início em Janeiro de 2010 e fim em Dezembro de 2013 Programa de pesquisa sobre florestas e as alterações climáticas: pretende ajudar a avaliar adequadamente os riscos e a adaptação das alterações climáticas nas florestas. Disponível em: http://www.wsl.ch/info/organisation/fpo/wald_klima/index_DE#
Plataforma de adaptação	-Plataforma informativa da adaptação às alterações climáticas: http://www.bafu.admin.ch/klima/13877/14401/index.html?lang=fr
Monitorização, indicadores e metodologias	Sem informações
Recursos educativos	Sem informações
Comunicação Nacional para a UNFCCC	Disponível em: http://www.bafu.admin.ch/klima/13879/13880/14577/15538/index.html?lang=en Submetida em 2014

Turquia

Estratégia de Adaptação Nacional	-Estratégia nacional para as alterações climáticas: pretende contribuir para a diminuição dos impactos das alterações climáticas e inclui medidas de adaptação para o período de 2010-2020. Disponível em: http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/ulusal_iklim_de%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi_strateji_belgesi_eng.pdf?sfvrsn=0
Planos de Acção	Sem informações
Avaliação de impactes, vulnerabilidades e adaptação	
Serviços Climáticos	
Programas de investigação	
Plataforma de adaptação	
Monitorização, indicadores e metodologias	
Recursos educativos	
Comunicação Nacional para a UNFCCC	http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/nc5_turkey[1].pdf Submetida em 2013

Anexo B: Método húmido de remoção do solo excedente- Imagens das lajetas

Lajeta BBR1 sujeita ao ensaio de deformação permanente a 40°C



Figura B. 1: BBR1 depois do ensaio de deformação



Figura B. 2: BBR1 após ensaio de deformação



Figura B. 3: BBR1 antes lavagem



Figura B. 4: BBR1 após lavagem

Lajeta BBR2 sujeita ao ensaio de deformação permanente a 60°C



Figura B. 5: BBR2 antes do ensaio de deformação



Figura B. 6: BBR2 após ensaio deformação

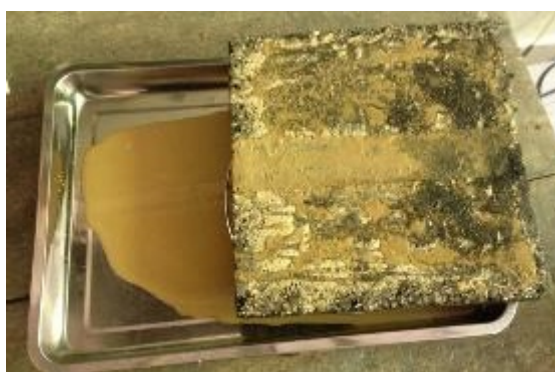


Figura B. 7: BBR2 após lavagem



Figura B. 8: BBR2 após lavagem e secagem

Lajeta FOSSA2 sujeita ao ensaio de deformação permanente a 60°C



Figura B. 9: FOSSA2 antes do ensaio de deformação



Figura B. 10: FOSSA2 após ensaio de deformação



Figura B. 11: FOSSA2 após lavagem

**Anexo C: Método seco e agressivo de remoção do solo excedente-
Imagens das lajetas**

Lajeta FOSSA2 sujeita ao ensaio de deformação permanente a 40°C

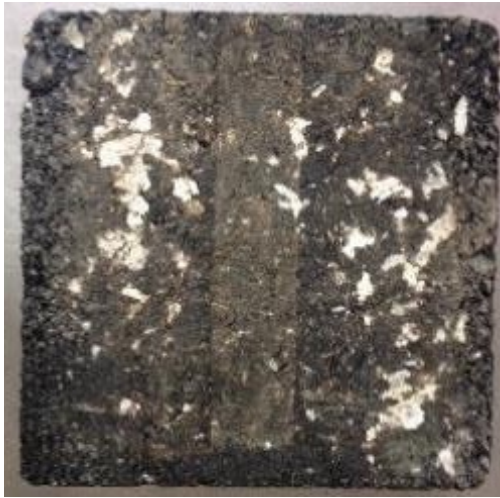


Figura C. 1: FOSSA2 antes do ensaio de deformação



Figura C. 2: FOSSA2 antes do ensaio de deformação



Figura C. 3: FOSSA2 antes do ensaio de deformação

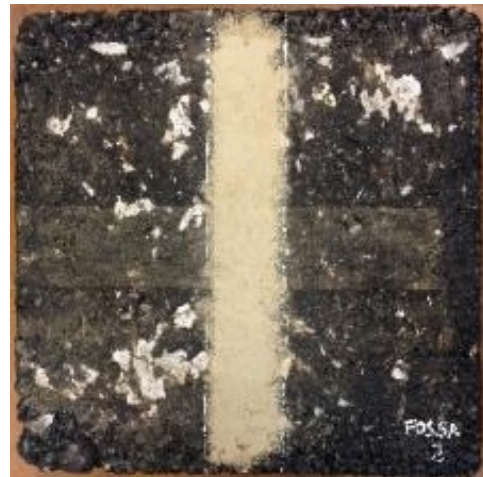


Figura C. 4: FOSSA2 após ensaio de deformação



Figura C. 5: FOSSA2 após ensaio de deformação

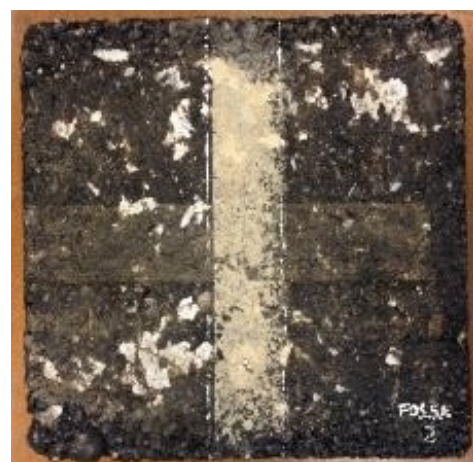


Figura C. 6: FOSSA2 após 1 aspiração



Figura C. 7: FOSSA2 após 1 aspiração

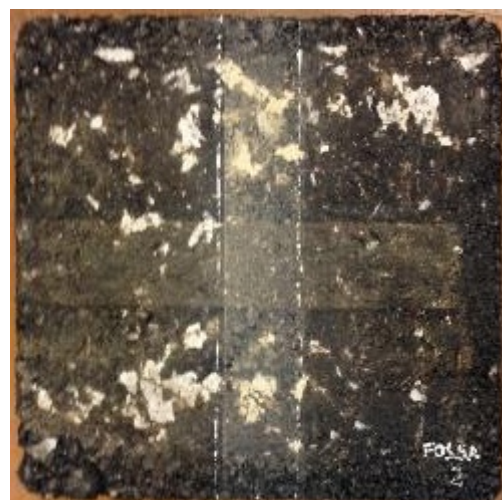


Figura C. 8: FOSSA2 após 2 aspirações+ 1 escovagem



Figura C. 9: FOSSA 2 após 2 aspirações + 1 escovagem

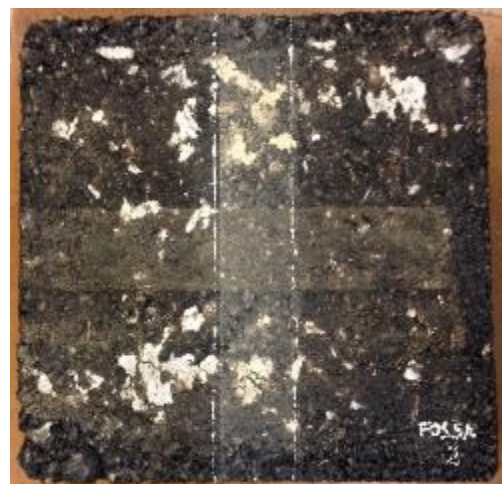


Figura C. 10: FOSSA2 após 3 aspirações+ 2 escovagens



Figura C. 11: FOSSA2 apos 3 aspirações + 2 escovagens

Lajeta BBR2 sujeita ao ensaio de deformação permanente a 40°C



Figura C. 12: BBR2 antes do ensaio de deformação



Figura C. 13: BBR2 antes do ensaio de deformação



Figura C. 14: BBR2 antes do ensaio de deformação



Figura C. 15: BBR2 após ensaio deformação



Figura C. 16: BBR2 após ensaio de deformação



Figura C. 17: BBR2 após 1 aspiração

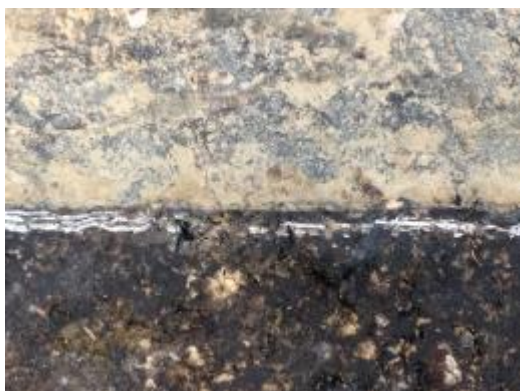


Figura C. 18: BBR2 apos 1 aspiração



Figura C. 19: BBR2 após 2 aspirações e 1 escovagem



Figura C. 20: BBR2 após 2 aspirações e 1 escovagem



Figura C. 21: BBR2 após 3 aspirações+ 2 escovagens



Figura C. 22: BBR2 após 3 aspirações+ 2 escovagens

Lajeta FOSSA2 sujeita ao ensaio de deformação permanente a 60°C

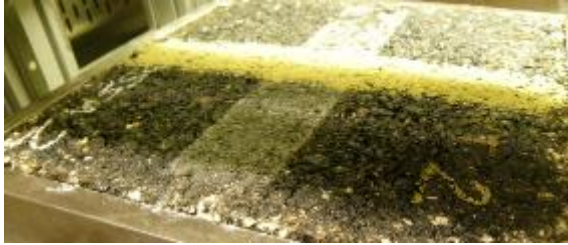


Figura C. 23: lajeta (FOSSA2) antes do ensaio de deformação



Figura C. 24: Fossa 2 antes do ensaio



Figura C. 25: Fossa2 logo após o ensaio



Figura C. 26: Zoom após ensaio (antes da aspiração)



Figura C. 27: Fossa2 em aspiração

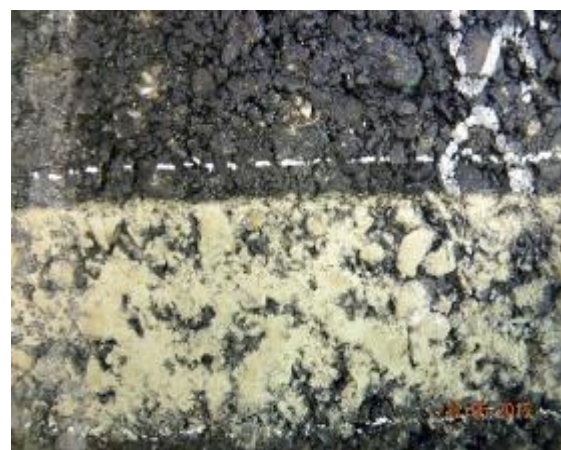


Figura C. 28: Fossa2 após primeira aspiração



Figura C. 29: Fossa2 após aspiração + escovagem + aspiração



Figura C. 30: Fossa2 após aspiração + escovagem + aspiração + escovagem + aspiração



Figura C. 31: Fossa2 após aspiração + escovagem + aspiração + escovagem + aspiração

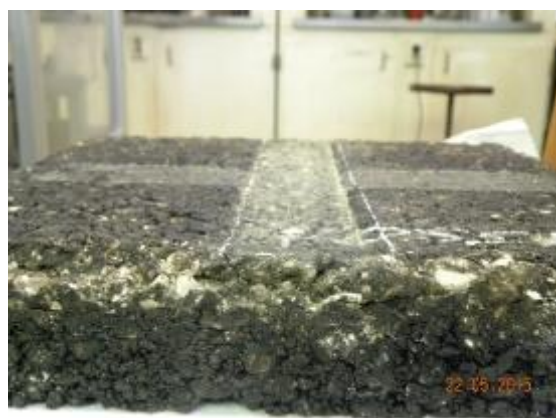


Figura C. 32: Fossa2 após aspiração + escovagem + aspiração + escovagem + aspiração

Lajeta BBR2 sujeita ao ensaio de deformação permanente a 60°C



Figura C. 33: BBR2



Figura C. 34: BBR2 antes do ensaio de deformação



Figura C. 35: BBR2 após ensaio de deformação

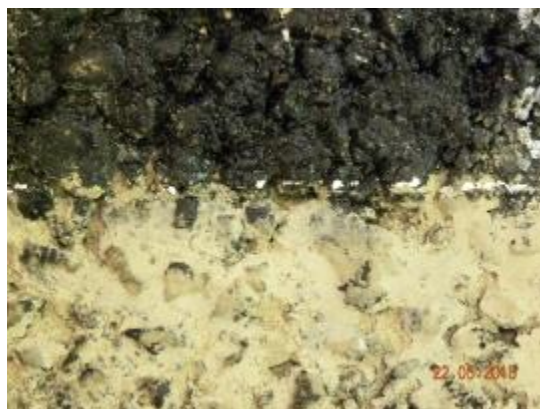


Figura C. 36: BBR2 após ensaio de deformação



Figura C. 37: BBR2 em aspiração



Figura C. 38: BBR2 após 1 aspiração e 1 escovagem



Figura C. 39: BBR2 apos 1 aspiração, 1 escovagem, 1 aspiração



Figura C. 40: BBR2 apos 3 aspirações e 2 escovagens

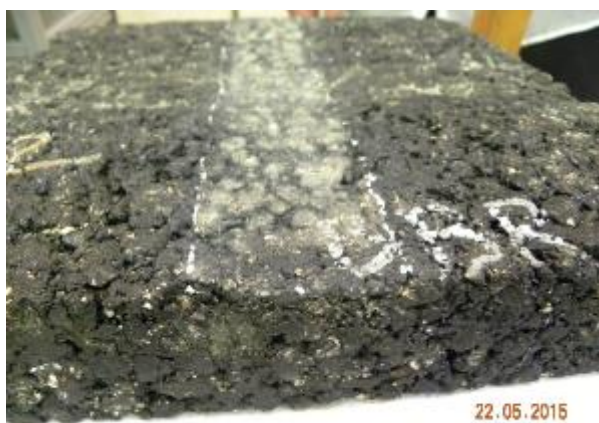


Figura C. 41: Deformação na BBR2